no ab

INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBLOUX

TOME XVIII, Nos 3-4. 1950.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT AGRONOMIQUE

ET DES

STATIONS DE RECHERCHES

DE

GEMBLOUX

18 JUIN 1951

IMPRIMERIE J. DUCULOT, EDITEUR
GEMBLOUX (Belgique)

Sommaire

TOUS DROITS DE REPRODUCTION RÉSERVÉS

Pages

Paul DION. — *In memoriam* † 1

BRUGGEMANS, R. J. — Recherches sur le tracteur agricole. 2e Étude des carburants liquides (suite). 1re partie : Carburants du marché belge en 1948 3

BOTELHO DA COSTA, J. — Le problème général de la classification des sols .. 23

DIMITROPOULOS, E. — Le test de la « résistance » des spermatozoïdes du Taureau et sa signification dans l'appréciation de la valeur fécondante du sperme 37

HENRIET, J. — Contribution à l'analyse des produits phytopharmaceutiques. Produits herbicides à base de chlorate de soude 47

LALOUX, R., NOIRFALISE, A. et THILL, A. — Contribution à la méthodologie de l'étude des prairies. Relations entre types de sols et types de prairies dans la région gembloutoise 55

MARTIN, L. — Exposé élémentaire de la notion de « probit » 72

PIRAUX, E. et JAMOTTE, P. — Recherches sur l'aptitude des beurres belges à la conservation en frigo 84

ROUIR, E. V. — La spectrographie d'émission en Agronomie 133

DEMORTIER, G. et BONUS, M. — Observations météorologiques de l'année 1949 159

Bibliographie 187

Table des matières 189

Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

Le *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux* paraît normalement quatre fois par an. Toutefois, provisoirement, le nombre des livraisons a dû être limité.

Le prix de l'abonnement est de 150 francs par an, somme à verser au compte de chèques postaux n° 7621.08 du Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux (Belgique) ou à payer par mandat postal.

Prix du présent volume : 75 francs. Pour la commande, prière de s'adresser au Secrétariat du *Bulletin*.

a) **Le Bulletin sera envoyé en échange des publications similaires des Établissements d'Enseignement Supérieur, des publications périodiques des Sociétés scientifiques et des Revues Scientifiques en général.**

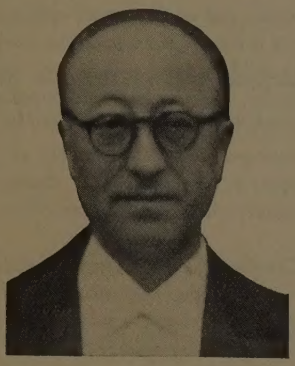
b) **Tout ouvrage scientifique dont un exemplaire est adressé à la Rédaction, sera signalé sous la rubrique « Bibliographie ».**

Toute reproduction des articles parus dans le Bulletin est strictement interdite, sauf autorisation du Comité de Rédaction.

BULLETIN

de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux.

TOME XVIII Nos 3-4. 1950.



Paul DION

1896-1950

Le 30 août dernier, parvint à l'Institut Agronomique de Gembloux la triste nouvelle du décès, à Solières-Ben Ahin, de Monsieur Paul DION, Chef des Travaux à la Chaire d'Économie Rurale et chargé des cours de comptabilité générale, agricole, horticole et industrielle.

Monsieur Paul DION naquit à Solières le 28 octobre 1896 ; il obtint son diplôme d'Ingénieur Agronome, à l'Institut Agronomique de Gembloux en 1920.

Voici le tableau chronologique de sa carrière :

18 décembre 1920.	*Nommé assistant temporaire à la Chaire d'Économie Rurale, chaire occupée à cette époque par Monsieur le Professeur DELOS.*
31 décembre 1921.	*Nommé assistant définitif à la même chaire.*
15 février 1925.	*Mis en disponibilité, en conservant son rang d'ancienneté et ses titres à l'avancement, pour participer aux travaux de la Commission mixte d'Émigration gréco-bulgare.*
1er mai 1928.	*Monsieur DION ayant repris ses fonctions à l'Institut, intervint un arrêté de régularisation par application des engagements pris en 1925.*
30 juin 1935.	*Nommé Chef des Travaux.*

17 décembre 1937. *A la retraite de Monsieur DIEUDONNÉ, nommé Chargé de Cours de Comptabilité, à titre provisoire.*

15 octobre 1938. *Nommé Chargé de Cours de Comptabilité, à titre définitif.*

1^er novembre 1944. *Chargé, par interim, jusqu'au 31 mars 1947, de l'enseignement de Monsieur le Professeur HESPEL, pendant la durée de sa mission au Ministère du Ravitaillement, en qualité de Directeur Général.*

15 octobre 1947. *Titulaire de la Médaille Civique de première classe.*

On voit, par ce qui précède, que notre regretté collègue, Monsieur Paul DION, consacra sa vie à l'étude et à l'enseignement de la comptabilité et aussi de l'économie rurale.

Il le fit avec enthousiasme, car il aimait la population agricole, au sein de laquelle il vécut.

C'est à cette contingence que son enseignement se nourrit de réalités et que Monsieur Paul DION acquit de l'orientation des études agronomiques supérieures des vues conformes aux intérêts de l'agriculture et aux besoins de ceux qui les embrassent.

Tout en reconnaissant l'importance des sciences dans la formation des candidats-ingénieurs, il partageait cet avis que l'essentiel restait aux cours techniques, si les Instituts Agronomiques supérieurs voulaient garder leur personnalité et remplir leur rôle en vue du perfectionnement de la culture et de l'élevage en Belgique, à l'étranger et notamment au Congo.

C'est ceci qui explique l'intérêt que Monsieur Paul DION ne cessa de porter aussi aux manifestations agricoles de toute espèce et qui l'engagea à garder un contact étroit avec nos cultivateurs et nos éleveurs.

A ces brillantes qualités de l'esprit, Monsieur Paul DION joignait un caractère loyal, bon et sensible. Aucun de ceux qui l'ont connu ne l'a jamais trouvé en défaut en cette matière.

Tous ses collègues ont perdu en Monsieur Paul DION un ami sûr, toujours disposé à aider de ses conseils et de son érudition.

Autant ses collègues que ses étudiants garderont de lui un affectueux souvenir, se fondant dans leur amour commun pour l'Institut Agronomique de Gembloux.

STATION DE GÉNIE RURAL DE L'ÉTAT

Recherches sur le tracteur agricole.

2. Étude des carburants liquides *(Suite)*

1re partie : Carburants du marché belge en 1948.

par

R. J. BRUGGEMANS.

NOTE.

Jusqu'au début de l'année 1949 les agriculteurs belges utilisaient couramment l'essence normale, le pétrole et même le gazoil léger comme combustibles pour leurs moteurs à explosions.

L'essence était coûteuse et les consommations étaient sensiblement élevées du fait des pertes par évaporation et surtout du fait de la non adaptation des carburateurs à un combustible aussi volatil et aussi léger.

Le pétrole lampant ayant des caractéristiques meilleures sauf en ce qui concerne son indice d'octane, jouissait d'une grande faveur car son prix était inférieur à celui de l'essence.

Le gasoil léger a été introduit par des agriculteurs soucieux d'un faible coût de consommation. Cette façon de faire n'avait comme résultat qu'une économie à court terme. Les déboires étaient certains et le bilan après quelques années était très souvent défavorable.

La Station de Génie Rural se mit en devoir d'imaginer un programme d'essais en vue de l'éducation des propriétaires de tracteurs en dehors des slogans et des préjugés répandus dans le commerce des tracteurs.

Ces essais furent suivis par des firmes pétrolières.

En effet, cette situation ne pouvait amener que la réaction des milieux pétroliers que l'on chargeait généralement de la responsabilité des avaries et de l'usure prématurée des moteurs.

Les études furent suivies dès le début par la Belgian Shell Cy et ensuite par l'Esso Standard qui étudiaient la mise au point d'un carburant spécial pour tracteur agricole.

Récemment la Caltex Petroleum Cy introduisit également sur notre marché un pétrole tracteur.

NATURE DES ESSAIS.

Nous avons déterminé les inconvénients des divers combustibles par l'analyse de l'huile de graissage d'un moteur classique de caractéristiques moyennes.

Nous avons choisi dans ce but un tracteur Massey-Harris 102 Junior bien connu et ayant 1200 heures de travail avant les essais.

Le démontage du moteur après les essais nous a donné également des éléments d'appréciation des carburants.

CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR UTILISÉ.

Moteur Continental (pour 102 Junior-Distillate) équipé d'un réchauffeur.
Nombre de cylindres : 4.
Alésage : 3" 7/16 ou 87,3 mm.
Course : 4" 3/8 ou 111,1 mm.
Régime : 1500/1800 t./min.
Cylindrée : 162 pouces cubes ou 2,658 litres.
Rapport volumétrique : 5 : 1.
Allumage : batterie.
Bougies : Champion 8 Com. D.

CARACTÉRISTIQUES DES CARBURANTS UTILISÉS.

Les caractéristiques ont été données dans l'introduction (voir Tome XVII, 1948-49).

CARACTÉRISTIQUES DE L'HUILE DE GRAISSAGE DU MOTEUR.

Shell Rotella S A E 30.
Densité à 15° C : 0,890.
Viscosité E. à 20° C : 53°.
Viscosité E. à 50° C : 8° 5.
Viscosité E. à 100° C : 1° 9.
Inflammabilité Cleveland V. O. : 220° C.
Combustion : 260° C.
Acidité organique : 0,3.

Cette huile a été choisie pour ses propriétés détergentes en vue de maintenir le moteur dans un excellent état de propreté.

L'usage a confirmé cette opinion, nous en rendrons compte à la fin de ce rapport.

MODE OPÉRATOIRE :

Le tracteur est accouplé à un frein Froude DP X 4 par la prise de mouvement, au moyen d'un cardan.

Le moteur tourne à son régime et est chargé approximativement au 1/4,

à la 1/2, aux 3/4 et aux 4/4 de la puissance optima déterminée par des essais préliminaires.

Nous l'aoons fixée à 21 cv., soit 80 % de la puissance maxima (26 cv.) dans les conditions de réglage du constructeur.

Les essais sont répétés pour les trois combustibles précités.

La durée d'un essai est de 56 heures. Un échantillon de l'huile du carter moteur est prélevé toutes les 16 heures environ.

Les réglages sont ceux imposés par le constructeur. Seul, le pointeau de réglage extérieur est ajusté pour une consommation minima et ce pour chacune des puissances d'essai.

A la fin de chaque journée, on a mesuré et on a compensé la consommation d'huile, augmentée éventuellement du volume de l'échantillon.

Conditions physiques.

Température ambiante entre 15 et 20° C.
Degré hygrométrique entre 50 et 60 %.
Température du moteur (chambre d'eau) :
pour l'essence : 155° F (70° C environ).
pour le pétrole et le gasoil : 185° F (85° C environ).

Rapport des essais.

1e Série — Essai de l'essence normale.

1) Essai au 1/4 de charge.
Puissance à la prise de mouvement : 6 cv.
Durée : 58 1/2 heures.
Consommation : 260 litres d'essence, soit 4,44 litres/heure.
Consommation d'huile : 1,030 litre.

Analyse des échantillons :

Heures	0	7	24	39	58,5
Densité à 15° C.	0,890	0,894	0,894	0,894	0,894
Viscosité E à 50° C.	8°5	7°30	7°43	7°65	7°65
Infl. Clev. V. O.	220°C	174°C	170°C	180°C	180°C
Dilution	—	traces	traces	traces	traces
Combustion	260°C	236°C	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	—	—	—	—
Insolubles benzène	—	—	—	—	—
Eau	—	—	—	—	—
Acidité organ. mgr. KOH/gr.	0,3	0,80	0,80	0,96	1,08
Cendres	—	0,20	0,19	—	0,13
Nature des cendres	—	fer+add.	fer+add.	fer+add.	fer+add.

2) Essai à 1/2 charge.
Puissance à la prise de mouvement : 11 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 313 litres d'essence, soit 5,58 litres/heure.
Consommation d'huile : 1,200 litre.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS.

Heures	0	8	24	40	56
Densité à 15°C.	0,890	0,893	0,893	0,893	0,893
Viscosité E à 50°C.	8°5	7°7	7°63	7°75	7°65
Inf. Clev. V. O.	220°C	200°C	190°C	150°C	146°C
Dilution	—	traces	traces	traces	traces
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	—	—	—	—
Insolubles benzène	—	—	—	—	—
Eau	—	—	—	—	traces
Acidité org. mgr KOH/gr.	0,3	0,96	1,10	1,20	1,171
Cendres	—	—	0,17	—	0,19
Nature des cendres	—	—	fer+add.	—	fer+add.

3) Essai aux 3/4 de charge.
Puissance à la prise de mouvement : 16,5 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 416 litres, soit 7,42 litres/heure.
Consommation d'huile : 1,400 litre.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS.

Heures	0	16	32	48	56
Densité à 15° C.	0,890	0,895	0,895	0,895	0,896
Viscosité E à 50° C.	8°5	7°8	7°9	8°1	8°4
Infl. Clev. V. O.	220°C	176°C	172°C	184°C	192°C
Dilution	—	traces	traces	traces	traces
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	0,41	0,62	0,73	0,75
Insolubles benzène	—	0,27	0,50	0,56	0,57
Eau	—	—	—	—	—
Acidité org. mgr KOH/gr.	0,3	1,12	1,24	1,36	1,36
Cendres	—	—	—	—	0,42
Nature des cendres	—	—	—	—	fer+add.

4) Essai aux 4/4 de charge.
Puissance à la prise de mouvement : 21 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 498 litres d'essence, soit 8,89 litres/heure.
Consommation d'huile : 1,850 litre.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS.

Heures	0	8	24	40	56
Densité à 15° C.	0,890	0,896	0,897	0,898	0,899
Viscosité E à 50° C.	8°5	8°1	8°25	8°5	8°7
Inflam. Clev. V. O.	220°C	196°C	196°C	178°C	178°C
Dilution	—	traces	traces	traces	traces
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	0,40	0,55	0,74	1,15
Insolubles benzène	—	0,29	0,39	0,48	0,76
Eau	—	—	—	—	—
Acidité org. mgr KOH/gr.	0,3	1,11	1,24	1,36	1,56
Cendres	—	—	—	—	0,59
Nature des cendres	—	—	—	—	fer + add.

2e SÉRIE. — ESSAI AU PÉTROLE LAMPANT.

1) Essai au 1/4 de charge.
Puissance à la prise de mouvement : 6 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 224 litres de pétrole, soit : 4 litres/heure.
Consommation d'essence (mise en marche) : 5,50 litres, soit 0,78 litre/jour.
Consommation d'huile : 1,050 litre.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS.

Heures	0	8	24	40	56
Densité à 15° C.	0,890	0,889	0,886	0,889	0,889
Viscosité E à 50° C.	8°5	5°02	4°04	4°03	4°24
Infl. Clev. V. O.	220°C	140°C	120°C	122°C	118°C
Dilution	—	3% env.	5% env.	5% env.	5% env.
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	—	—	—	—
Insolubles benzène	—	—	—	—	—
Eau	—	—	traces	—	—
Acidité organ. mgr. KOH/gr.	0,3	0,81	1,08	1,11	1,11
Cendres	—	0,18	0,18	0,15	0,16
Nature des cendres	—	—	—	—	—

2) Essai à 1/2 charge.
Puissance à la prise de mouvement : 11 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 278 litres de pétrole, soit : 4,96 litres/heure.
Consommation d'essence (mise en marche) : 5,10 litres, soit 0,73 litre/jour.
Consommation d'huile : 1,250 litre.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS.

Heures	0	8	24	40	56
Densité à 15° C.	0,890	0,888	0,886	0,889	0,889
Viscosité E à 50° C.	8°5	4°92	4°19	4°22	4°79
Infl. Clev. V. O.	220°C	120°C	120°C	120°C	146°C
Dilution	—	5% env.	5% env	5% env	5% env.
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	—	—	—	—
Insolubles benzène	—	—	—	—	—
Eau	—	—	—	—	—
Acidité org. mgr KOH/gr.	0,3	0,93	1,02	1,21	1,48
Cendres	—	0,19	—	—	0,16
Nature des cendres	—	—	—	—	—

3) Essai aux 3/4 de charge.
Puissance à la prise de mouvement : 16,5 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 344 litres de pétrole, soit 6,14 litres/heure.
Consommation d'essence (mise en marche) : 5,40 litres soit 0,77 litre/jour.
Consommation d'huile : 1,550 litre.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS.

Heures	0	8	24	40	56
Densité à 15° C.	0,890	0,890	0,889	0,890	—
Viscosité E à 50° C.	8°5	5°40	4°92	5°20	5°65
Infl. Clev. V. O.	220°C	128°C	132°C	122°C	130°C
Dilution	—	7% env.	8,5% env.	8% env.	7% env.
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	0,26	0,41	0,54	0,61
Insolubles benzène	—	0,16	0,15	0,24	0,28
Eau	—	néant	néant	néant	néant
Acidité org. mgr KOH/gr.	0,3	0,99	1,36	1,48	1,30
Cendres	—	—	—	—	0,21
Nature des cendres	—	—	—	—	fer+add.

3e Série. — Essai du gasoil léger.

1) Essai au 1/4 de charge.
Puissance à la prise de mouvement : 6 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 221 litres de gasoil, soit 3,94 litres/heure.
Consommation d'essence (mise en marche) : 5 litres, soit 0,71 litre/jour.
Consommation d'huile : ?

Analyse des échantillons.

Heures	0	8	24	40	56
Densité à 15° C.	0,890	0,890	0,887	0,883	0,883
Viscosité E à 50° C.	8°5	5°04	3°43	2°62	2°43
Infl. Clev. V. O.	220°C	144°C	138°C	130°C	130°C
Dilution	—	5% env.	10% env.	18% env	20% env.
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	0,09	0,35	0,86	0,96
Insolubles benzène	—	0,05	0,20	0,41	0,5
Eau	—	—	—	—	—
Acidité org. mgr KOH/gr.	0,3	0,86	1,11	1,24	1,79
Cendres	—	—	—	—	0,14
Nature des cendres	—	—	—	—	fer+add.

2) Essai à 1/2 charge.
Puissance à la prise de mouvement : 11,5 cv.
Durée : 56 heures.
Consommation : 275 litres de gasoil, soit 4,91 litres/heure.
Consommation d'essence (mise en marche) : 6 litres, soit 0,85 litre/jour.
Consommation d'huile : ?

Analyse des échantillons.

Heures	0	8	24	40	56
Densité à 15° C.	0,890	0,890	0,886	0,884	0,880
Viscosité E à 50° C.	8°5	4°71	2°94	2°37	2°
Infl. Clev. V. O.	220°C	152°C	144°C	136°C	130°C
Dilution	—	5% env.	16% env.	20% env.	22% env.
Combustion	260°C	—	—	—	—
Insolubles ether 60/80	—	0,26	0,8	1,04	—
Insolubles benzène	—	0,17	0,41	0,53	—
Eau	—	—	—	—	—
Acidité org. mgr KOH/gr.	0,3	1,01	1,11	1,36	1,11
Cendres	—	—	—	—	0,09
Nature des cendres	—	—	—	—	fer+add.

Observations éffectuées sur le tracteur au cours des essais.

Puissance et consommation du tracteur.

La puissance maxima à l'essence, nous l'avons dit plus haut, est de 26 cv. Cette puissance a été soutenue pendant une heure. Pour le fonctionnement à l'essence la tôle constituant l'enveloppe du réchauffeur a été enlevée. Les volets du radiateur ont été réglés pour une température de moteur de 70° C environ.

Dans ces conditions nous avons constaté une consommation exagérée d'essence à la puissance maxima et aux charges intermédiaires, due en ordre principal à la non adaptation du carburateur et du moteur à l'essence, et aux pertes par évaporation.

Nous avons vérifié l'influence de l'évaporation en adoptant un réservoir situé à trois mètres du moteur dans un milieu à température normale (15 à 20° C.).

Des essais comparés en vue d'établir les pertes par évaporation ont donné en faveur du réservoir séparé, une diminution moyenne de 11 %, de la consommation obtenue avec le réservoir situé au-dessus du moteur.

L'emploi du pétrole lampant après mise à température par l'essence nous a démontré l'impossibilité d'obtenir la puissance maxima possible avec l'essence.

La température du moteur était cette fois de 85° C environ, c'est d'ailleurs la température préconisée par le constructeur.

La puissance maxima obtenue avec le pétrole fut 18,4 cv. soit 70,7 % de la puissance maxima ou 87,6 % de la puissance optima à l'essence.

Au cours des essais entre 12 et 18,4 cv. la détonation apparaissait fréquemment, d'abord de façon intermittente et irrégulière pour devenir parfois continue. Lors de l'arrêt par coupure du contact, le moteur continuait parfois de tourner par autoallumage.

La consommation de pétrole lampant est à peu près normale, les pertes sont insignifiantes. Le carburant est adapté au tracteur, réserve faite pour son indice d'octane. Cette absence d'un indice d'octane approprié aux caractéristiques du moteur est la cause exclusive du phénomène de détonation que nous avions si souvent observé au cours des essais.

L'usage du gasoil léger dans ce tracteur à température de 85° C. n'a permis qu'une puissance de 14,3 cv., soit 55 % de la puissance maxima ou 68 % de la puissance optima à l'essence.

Cette puissance a été limitée uniquement par l'apparition des phénomènes de détonation et d'autoallumage par points chauds. A partir d'une certaine puissance, dans notre cas 14,3 cv., il était absolument impossible de maintenir l'essai pendant plus de trois minutes, quel que soit le réglage du pointeau extérieur du carburateur. L'examen des gaz d'échappement et l'état des bougies indiquaient manifestement une combustion incomplète. A l'arrêt du moteur le même phénomène d'autoallumage que nous avions observé parfois avec le

pétrole était avec le gasoil absolument constant, et nous étions amenés à fermer le robinet du réservoir pour arrêter le moteur.

Il est à noter que la détonation apparaissait aussi pour des charges inférieures à 14,3 cv.

L'abaissement de la température du moteur n'avait que peu d'influence sur la détonation mais augmentait la dilution du bain d'huile.

Tenue du bain d'huile du carter moteur.

Viscosité de l'huile.

La chute de la viscosité de l'huile due à la dilution par les fractions imbrûlées du carburant est un des éléments essentiels de l'appréciation du fonctionnement du moteur.

Les spécialistes admettent une diminution maxima de $\pm$ 40 % de la viscosité initiale. Dans notre étude, l'huile utilisée avait une viscosité de 8,5° Engler à 50° C. Si nous acceptons cette chute de viscocité, celle-ci ne devra pas être inférieure à 5,1° Engler. Toute viscosité inférieure à cette limite indiquera un bain à renouveler.

La figure 7 donne la variation de la viscosité des bains pour une charge de 50 % et pour les trois combustibles utilisés.

Nous remarquerons que les courbes I (essence) et II (pétrole) se relèvent progressivement après avoir atteint un minimum.

Ce relèvement peut s'expliquer par le fait que la dilution a tendance à se maintenir à un niveau constant après un certain nombre d'heures, tandis que la quantité d'insolubles augmente proportionnellement au temps.

Certains insolubles agissent en sens inverse de la dilution, et à partir d'une limite dépendant des conditions d'utilisation du moteur de son réglage, de son état, ces insolubles dominent la dilution et cela se marque par le relèvement de la courbe de viscosité.

Pour la courbe III (gasoil), nous ne remarquerons pas de relèvement, la dilution est si importante qu'elle domine les insolubles, du moins pendant les 56 heures de l'essai.

Nous voyons aussi, que la viscosité tombe déjà en-dessous de la limite permise après huit heures de travail au pétrole (4,92°) et au gasoil (4,71°). Ceci est une observation particulièrement importante, du fait qu'il s'agit d'un tracteur travaillant au frein dans ses conditions idéales de réglage.

Les essais pratiques ont confirmé entièrement les résultats obtenus au banc d'essai.

Nous n'avons pas pu tracer les courbes pour les essais aux 3/4 de la charge, car la puissance au gasoil n'a pas dépassé 14,3 cv. soit 55 % de la puissance maxima.

Toutefois d'après le tableau d'analyse nous observons une meilleure tenue de la viscosité pour l'essai au pétrole. Il devait en être ainsi, si l'on comprend que le moteur travaille sous cette charge dans de meilleures conditions.

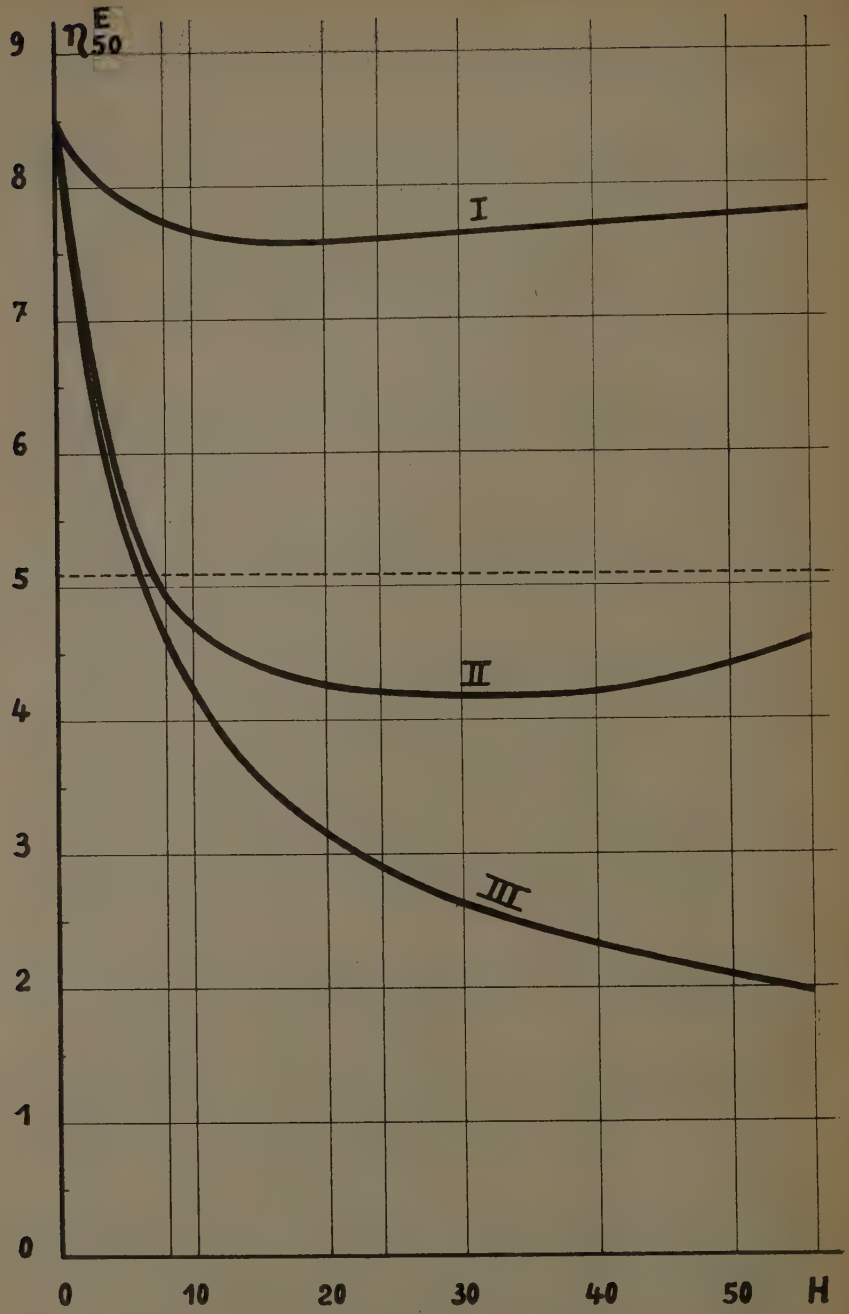


Fig. 7.

I. Essence — II. Pétrole — III. Gasoil.

Insolubles.

La quantité d'insolubles est restée partout inférieure à 2 %, limite admise dans la pratique.

Les différences n'étant pas significatives, nous ne nous attarderons pas sur ce point, D'ailleurs l'usage d'une huile détergente qui tient les imbrûlés en suspension nous a permis de maintenir le moteur dans un état remarquable de propreté. Nous n'avons jamais observé le moindre dépôt de boue dans le carter.

Acidité organique.

L'acidité organique est inférieure à 2 mgr KOH /gr. pendant tous les essais.

Nous observons d'abord une montée de l'acidité en fonction du temps, et en fonction de la charge pour un même carburant. Un exemple présentant les 4 charges pour l'essence est illustré par la figure 8. Pour des conditions identiques, l'acidité est la plus élevée lors du fonctionnement au gasoil, elle est la plus basse pour la marche à l'essence.

Dilution.

La dilution exprimée par le pourcentage de combustible imbrûlé passé dans le bain d'huile donne une idée de l'allure de la combustion.

Nous observons une légère dilution avec l'essence.

Les analyses ont révélé lors de ces essais des traces de carburant, ce qui est parfaitement normal. Même avec des combustibles très volatils et un moteur bien au point, la dilution se fait sentir surtout lors des départs à froid et des changements de régimes et de charges.

Les essais au pétrole lampant nous ont révélé une dilution croissante avec la puissance demandée au moteur. Il semble que la quantité de carburant de dilution diminue avec la charge, on conçoit aisément que la combustion dans un moteur travaillant à son régime (en vitesse et en puissance) soit la meilleure.

Toutefois le volume du combustible absorbé par le moteur croît avec la puissance, même si le rendement de la combustion augmente, le taux de la dilution peut croître légèrement. C'est ce qui explique cette augmentation du pourcentage observé.

La gasoil, lui, nous a donné une dilution extrêmement élevée : 22 %. Nous avons toujours trouvé lors des vidanges du carter un volume d'huile supérieur à la normale.

Après chaque journée de 8 heures d'essais à 50 % de la charge, l'augmentation du volume du bain d'huile a varié de 0,35 à 1,05 litre, soit de 7,7 à 23,3 % du volume primitif.

Ces pourcentages sont légèrement supérieurs aux valeurs trouvées à l'analyse ; en effet lors de la mesure, l'entièreté du carburant n'est pas dosée car l'extrême fraction lourde peut échapper à l'extraction.

D'un autre côté, malgré l'augmentation du volume d'huile, il y a consommation de lubrifiant ou plutôt de mélange. Il est donc évident que la dilution peut s'exprimer par un chiffre supérieur à celui obtenu à l'analyse.

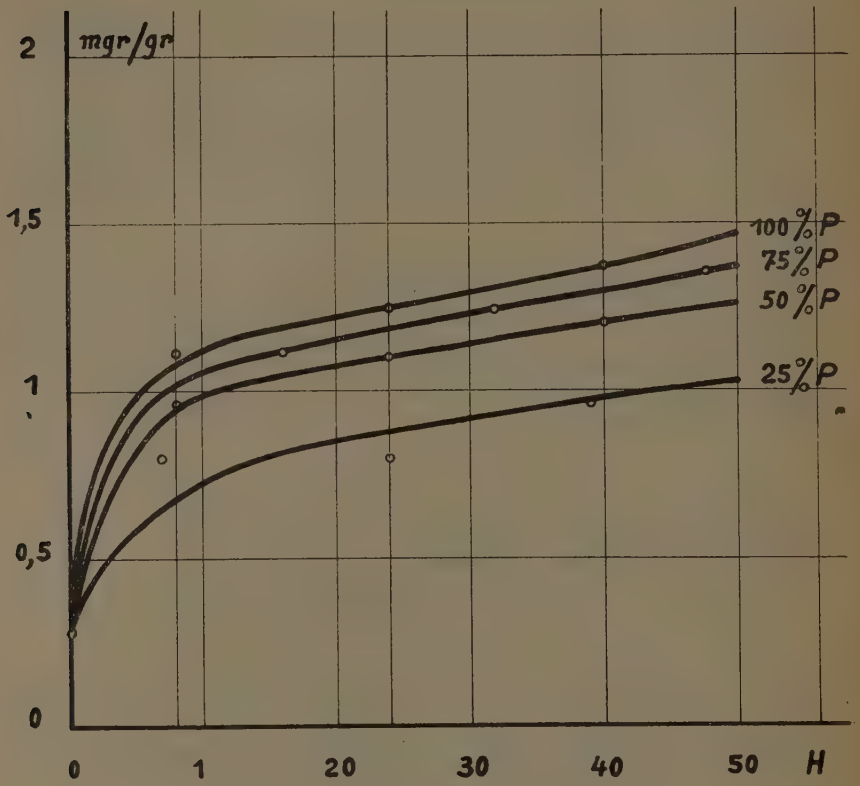


FIG. 8.

CONCLUSIONS.

Des essais précédents, il se dégage les conclusions immédiates suivantes :

1) L'usage de l'essence ne s'avère pas économique du fait de la consommation élevée et de son prix.

Ce combustible présente en outre un grave danger d'incendie ou d'explosion. En effet, le réservoir étant situé au-dessus du moteur, risque d'être soumis à un échauffement excessif en été.

2) Le pétrole lampant donne une puissance atteignant seulement 70,7 % de la puissance maxima de l'essence avec tous les inconvénients de la détonation.

3) Le gasoil léger est à prohiber de la façon la plus formelle. La puissance avec ce carburant atteint seulement les 55 % de la puissance maxima du moteur à l'essence. Les phénomènes de détonation sont pernicieux et la tenue du bain d'huile est particulièrement mauvaise.

2e Partie : Carburants spéciaux pour tracteur.

Les mêmes essais ont été répétés avec les carburants spéciaux pour tracteurs à bougies.

Toutefois la puissance maintenue pendant l'essai a été la puissance optima à l'essence.

1. Shell carburine.

Caractéristiques :

Densité à 15° C.	0,820
Couleur (lov.)	1,75 S. F. wh.
Soufre %	0,19
Point éclair (Abel)	36° C.
Indice d'octane C F R	51.

Courbe de distillation (fig. 9). Nous avons reporté la courbe de distillation de la Shell Carburine sur la figure 1 afin de la comparer aux courbes des autres combustibles.

Rapport des essais.

Puissance à la prise de mouvement : 20,5 cv.
Durée 59 heures.
Consommation 461 litres de carburine soit 7,81 litres/heure.
Consommation d'essence (mise en marche) 5 litres, soit 0,71 litre/jour.
Consommation d'huile : 1,280 litre.

Analyse des échantillons.

Heures	0	16	32	48	59
Densité à 15°C.	0,890	0,891	0,893	0,893	0,894
Viscosité E à 50° C.	8°5	5°8	6°05	6°11	6°23
Inflam. Clev. V. O.	220°C	146°C	140°C	128°C	128°C
Dilution	—	5% env.	6% env.	6% env.	6% env.
Insolubles ether 60/80	—	0,50	0,80	1,07	1,54 %
Insolubles benzène	—	0,48	0,63	0,66	1,00 %
Eau	—	traces	néant	néant	néant
Acidité org. mgr KOH/gr	0,3	1,2	1,44	1,56	1,44

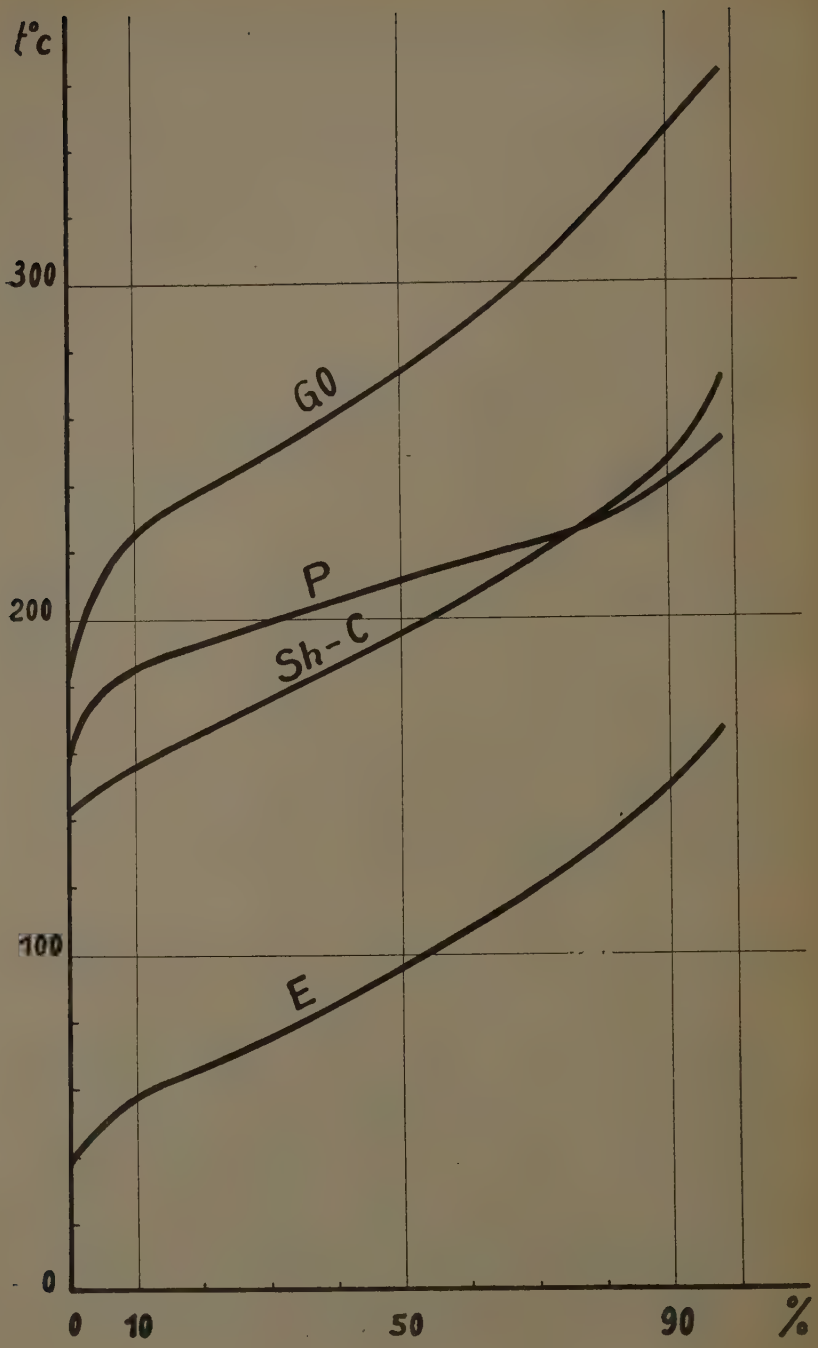


FIG. 9.

E : essence — P : pétrole — GO : gasoil — Sh-C : Shell carburine.

Observations.

Puissance et consommation du tracteur.

Nous avons pu maintenir la puissance optima égale à 80 % de la puissance maxima afin de comparer ce carburant d'essai avec l'essence. Dans les mêmes conditions que celles réalisées pour l'essai à l'essence sauf avec une température de 85° C dans la chambre d'eau, nous avons obtenu une puissance à la carburine de 25,4 cv. soit 97,7 % de la puissance maxima à l'essence.

La puissance de 25,4 cv. fut soutenue pendant deux heures sans l'apparition du moindre cliquetis dû à l'autoallumage ou à la détonation. Pendant tout l'essai à 20,5 cv., c'est-à-dire pendant 59 heures, nous n'avons pas enregistré ces phénomènes.

Si nous considérons la puissance optima de 21 cv. comme la puissance de travail économique, comme c'est à peu près le cas d'après les caractéristiques de ce moteur, nous avons donc avec la Shell Carburine les mêmes possibilités de puissance qu'avec l'essence, avec en plus le bénéfice d'une consommation moins élevée, soit 7,8 litres de carburine contre 8,89 litres d'essence.

Nous avons un gain de puissance de 12,4 % sur le pétrole lampant et l'avantage d'une plus grande latitude de réglage du pointeau du carburateur. Lors de l'essai du pétrole ordinaire, il était parfois bien difficile de trouver la position correcte de ce pointeau. La souplesse du moteur estimée d'après les accélérations possibles sous charge est presque aussi bonne qu'avec l'essence pourvu naturellement que la température du moteur ne tombe pas au cours des chutes de régime.

Tenue du bain d'huile.

Viscosité.

La viscosité est restée au-dessus de la limite admise en pratique (5°1 E). Elle était de 5°8 E après 16 heures. Cette viscosité s'est relevée jusqu'à 6°23 E après 59 heures pour les mêmes raisons que nous avons données plus haut.

La figure 10 donne les courbes de viscosité pour les essais aux puissances obtenues avec l'essence : 100 % PO, avec le pétrole lampant : 75 % PO, avec le gasoil léger 50 % PO, et avec la carburine 97,7 % PO.

Insolubles.

La quantité d'insolubles semble à première vue élevée, et de toute façon supérieure à la quantité observée chez les autres combustibles. Nous notons toutefois que cette quantité reste inférieure à la norme admise (2 %).

Cette teneur plus élevée est liée à la nature même des hydrocarbures constituant la carburine.

L'usage d'une huile détergente dont certains additifs ont la propriété de peptiser les résidus de combustion, permet de maintenir un excellent état de propreté du moteur.

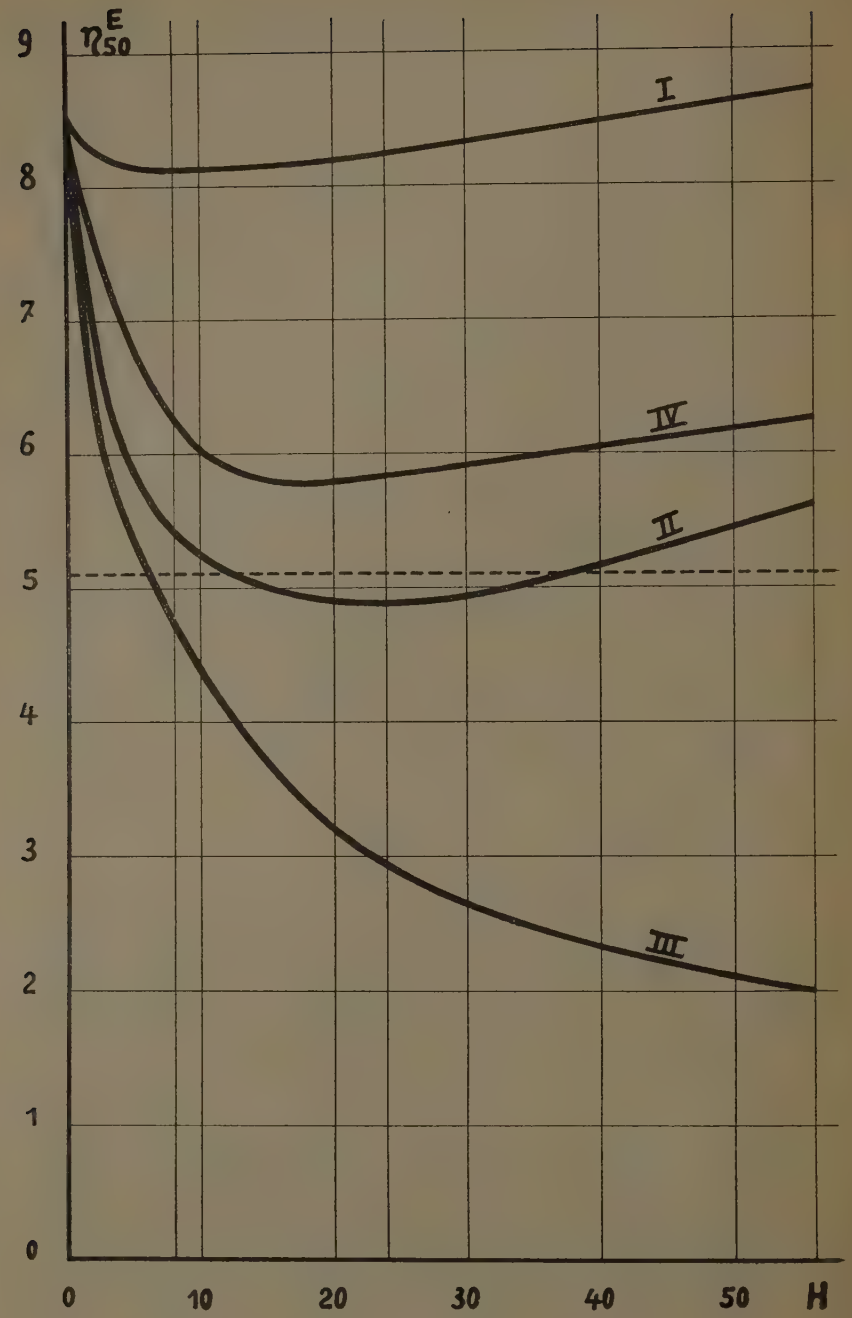


FIG. 10.

I : Essence — II : Pétrole — III : Gasoil — IV : Shell carburine.

Acidité organique.

L'acidité du bain d'huile s'est maintenue dans les limites permises, elle a atteint la valeur de 1,56 mgr KOH /gr. Le maximum autorisé en pratique est de 2 mgr KOH /gr.

Dilution.

Le pourcentage de dilution mesuré par la méthode A. S. T. M n'a pas dépassé 6 %.

Si nous comparons ce chiffre avec celui obtenu par l'usage du pétrole et du gasoil, nous voyons que la dilution par la carburine est moindre qu'avec le pétrole (8,5 %) et de loin inférieure à la dilution par le gasoil (22 %).

Conclusions.

La Shell Carburine est un combustible spécialement étudié pour les tracteurs équipés de moteurs à bougies et à réchauffeur.

Il possède sur l'essence, sur le pétrole lampant, et sur le gasoil les avantages suivants :

1) La puissance maxima est pratiquement égale à celle obtenue avec l'essence. (Essence 100 %-pétrole 70,7 %-gasoil 55 %-Shell carburine 97,7 %)

2) La consommation est inférieure à celle de l'essence (à 21 cv. : essence : 8,89 litres-Shell carburine : 7,81 litres).

3) La tenue du bain d'huile est presqu'aussi bonne qu'avec l'essence et est notablement supérieure à celle observée avec le pétrole ordinaire et le gasoil.

4) La combustion est plus complète avec la Shell carburine qu'avec le pétrole et le gasoil.

5) Les reprises du moteur sont presqu'aussi bonnes qu'avec l'essence.

6) Nous n'avons pas observé de cliquetis dû à la détonation ou à l'allumage par points chauds.

7) Le réglage du carburateur d'après la puissance demandée est beaucoup plus souple avec la Shell carburine qu'avec le pétrole ordinaire.

Remarques.

1) Dans les travaux légers ne permettant pas de maintenir la température de régime du moteur, il est recommandé de se servir de l'essence.

2) Les vidanges du carter peuvent être effectuées suivant les prescriptions du constructeur du tracteur.

3) Il est recommandé de se servir d'huiles détergentes afin de maintenir un bon état de propreté du moteur.

II. Esso tractor fuel.

Caractéristiques.

Densité à 15° C. 0,799
Couleur (Saybolt). + 20.
Soufre %. 0,15
Point éclair (P M). 47° C.
Indice d'octane C F R. 50-52.
Courbe de distillation : P. In. : 158° C — 180° C : 9 % — 200° C : 33 %. 240. C : 93 % — 250° C : 97 % — P. Fin : 259. C.

Rapport des essais.

Puissance à la prise de mouvement 21,8 cv.
Durée 44,5 heures.
Consommation 343 litres d'Esso Tractor Fuel soit 7,70 litres /heure.
Consommation d'essence (mise en marche) : 4,2 litres soit : 0,70 litre /jour.
Consommation d'huile : 1,620 litre.

Analyse des échantillons.

Heures	0	14,5	29,5	44.5
Densité à 15° C.	0,890	0,892	0,892	0893
Viscosité E à 50° C.	8°5	5°97	6°1	5°54
Inflam. Clev.	220°C	166°C	168°C	146°C
Dilution	—	4,9 %	4,65 %	6 %
Insolubles (isopentane)	—	0,342	0,528	0,724
Eau	—	traces	traces	traces
Acidité (A B S).	0,3	0,965	0,99	0,94

Observations.

Puissance et consommation du tracteur.

La puissance de 21,8 cv. voisine de la puissance optima a été maintenue sans inconvénient. Nous avons noté l'absence totale de cliquetis. La puissance maxima à l'Esso Tractor Fuel a été de 25,3 cv. soit 97,3 % de la puissance maxima à l'essence. Le réchauffeur et les volets étaient réglés pour une température de fonctionnement de 85° C. Cette puissance fut soutenue pendant deux heures.

Nous constatons avec l'Esso Tractor Fuel un gain de puissance de 12,4 % sur le pétrole ordinaire et une consommation horaire de 7,7 litres contre 8,89 litres avec l'essence.

La souplesse du moteur était voisine de celle obtenue avec l'essence.

Tenue du bain d'huile.

La viscosité de l'huile est demeurée au-dessus de la limite (5°1). Si nous comparons les chiffres obtenus à l'Esso Tractor Fuel avec ceux des autres essais, nous voyons immédiatement la meilleure situation de ce carburant vis-à-vis du pétrole et du gasoil au point de vue du graissage.

L'acidité et le pourcentage des insolubles sont restés loin en-dessous des limites assignées par l'expérience.

La dilution n'a pas dépassé 6 % après 44,5 heures.

Conclusions.

1) La puissance maxima à l'Esso Tractor Fuel atteint les 97,3 % de la puissance maxima à l'essence.
2) La consommation horaire est de 7,7 litres contre 8,89 litres avec l'essence.
3) La tenue du bain d'huile est meilleure qu'avec le pétrole et le gasoil.
4) La combustion est plus complète qu'avec le pétrole.
5) La souplesse du moteur est presqu'aussi bonne qu'avec l'essence.
6) Nous n'avons pas constaté de cliquetis.

Remarque.

Nous devons signaler les mêmes points que dans les essais précédents :

1) Maintenir la température de régime du moteur.
2) Utiliser l'essence lorsque cette température ne peut pas être maintenue.
3) Utiliser une huile de graissage détergente.

Onderzoekingen over de landbouwtractor

2. *Studie van de vloeibare brandstoffen (vervolg).*

door R. J. Bruggemans.

Samenvatting.

De schrijver heeft vergelijkende proeven uitgevoerd over verschillende brandstoffen die mogelijk kunnen gebruikt worden in ontsploffingsmotoren. Hij deelt zijn proefresultaten mede en geeft volgende besluiten :

1) het gebruik van benzine is niet economisch.
2) petroleum en gasolie verdunnen het oliebad en veroorzaken het klappen.
3) de kracht met lamppetroleum is 70,7 % en deze met gasolie is 55 % van de kracht met benzine.
4) petroleum voor tractoren laat een krachtontwikkeling toe die ongeveer 97 % bedraagt van de kracht met benzine.

5) het verbruik van tractor-petroleum is lager dan het verbuik van benzine.
6) het gedrag van het oliebad en de soepelheid van de motor zijn bijna even goed met tractor-petroleum als met benzine.
7) er is geen geklop met tractor-petroleum. J. V.

Forschungen über Traktoren im Gebiet der Landwirtschaft

Studie über die flüssigen Brennstoffe (Fortsetzung).

von R. J. BRUGGEMANS.

Zusammenfassung.

Der Autor hat vergleichende Versuche aufgestellt mit verschiedenen Brennstoffen die in Explosionsmotoren angewandt werden können. Seine Versuche auf der Prüfbank ergeben folgende Resultate :
1) Die Anwendung von Benzin ist nicht sparsam.
2) Das Petroleum und das Gasoil verdünnen das Oelbad und rufen Geklirr hervor.
3) Die Leistung mit Leuchtpetroleum beträgt 70,7 %, die mit Gasoil 55 %, und die mit Traktor-Petroleum 97 % von der Leistung mit Benzin.
4) Der Brennstoffverbrauch an Traktor-Petroleum ist geringer wie für Benzin.
5) Der Zustand des Oelbades und das Wesen des Motors bleiben fast ebenso gut erhalten mit Traktorpetroleum wie mit Benzin.
6) Das Klirren bleibt bei Anwendung von Traktorpetroleum aus. N. W.

Researches on the farm tractor

2. A study of liquid fuels (continued).

by R. J. BRUGGEMANS.

Summary.

The author has made comparative tests of various fuels which can be used in internal combustion motors. The results obtained on the bench are given with the following conclusions :
1) Petrol does not prove economical.
2) Paraffin oil and gasoil are responsible for crank-case oil dilution, and pinking.
3) The power with paraffin oil is 70.7 per cent, and with gasoil 55 per cent. of the power reached with petrol.
4) The power obtained with paraffin oils for tractors amounts to 97 per cent. of the power with petrol.
5) The fuel consumption is lower with paraffin oil for tractors than with petrol.
6) The keeping of the crank-case oil, and engine flexibility are nearly as good with paraffin oils for tractors as with petrol.
7) Pinking doed not occur with paraffin oils for tractors. G. C.

Le problème général de la classification des sols

par

J. Botelho da Costa.

(Institut Supérieur d'Agronomie de Lisbonne).

Sur invitation de M. le Recteur de l'Institut Agronomique de Gembloux, le professeur Botelho da Costa, *de l'Institut Supérieur d'Agronomie de Lisbonne, a présenté le 24 octobre, à Gembloux, deux conférences ayant pour sujet :*

1° Le problème général de la classification des sols.

2° Aspects de la cartographie des sols au Portugal et en Afrique portugaise.

Avec la très obligeante autorisation de l'auteur, nous reproduisons ici le texte de la première conférence qui offre un grand intérêt par la mise au point qu'elle constitue au moment où les problèmes de Classification et de Cartographie des Sols se posent avec acuité en de nombreux pays.

G. Manil,
Chaire de Pédologie.

Il m'a semblé avantageux d'analyser dans cette première conférence quelques aspects du problème général de la classification des sols. En effet, cela me permettra de faire ressortir, dans un ordre logique, quelques principes que nous estimons devoir prendre comme guides à l'Institut Supérieur d'agronomie, de Lisbonne, dans la phase actuelle de la connaissance pédologique. Je pourrai ainsi décrire plus aisément, dans ma deuxième conférence, quelques applications qu'on a eu l'occasion d'en faire à la Métropole et au Portugal d'outre-mer.

Ne soyez pas surpris de trouver des ressemblances plus ou moins frappantes entre quelques-uns de ces « principes-guides » et ceux que vous-mêmes suivez en Belgique ou bien au Congo Belge. Nos deux pays sont situés dans la zone tempérée ; les deux occupent des étendues relativement petites ; et leurs sols ont été affectés par des siècles d'exploitation agricole. En Afrique, nous sommes confrontés par des problèmes semblables : ceux qui concernent le développement de territoires où la tradition agricole des indigènes ne suffit pas pour

répondre aux besoins des progrès que nous cherchons à accomplir — et où les techniques agricoles développées en Europe ne se sont non plus montrées, d'une façon générale, satisfaisantes.

Si nos conclusions indépendantes se ressemblent, c'est peut-être une indication que nous sommes, tous les deux, sur la bonne voie.

* * *

La classification est fondamentale, aussi bien au point de vue spéculatif qu'au point de vue des applications pratiques. Le degré de perfection d'un système de classification dépend du développement de la science qu'il concerne. Il peut être le reflet d'une théorie qui, mieux que des théories antérieures, comprend et interprète les faits connus, et ouvre des voies pour la découverte de faits nouveaux — mais cela même, après tout, peut mener à une théorie plus parfaite, laquelle, à son tour, donnera lieu à une nouvelle classification.

Dans une science aussi jeune que la Pédologie, on ferait preuve de faiblesse en acceptant comme définitif un quelconque système de ceux qui ont été présentés jusqu'ici. Le faire, démontrerait plutôt de l'ignorance ou l'admission tacite du caractère limité de l'intérêt d'une science qui, nous le croyons, offre au contraire de larges perspectives de progrès et d'utilité.

Si nous admettons que les systèmes de classification du sol puissent changer — *et même qu'ils doivent changer* — faut-il en conclure qu'il n'est pas à conseiller de dresser des cartes des sols ? N'y aurait-il pas danger que ces cartes ne deviennent périmées dans quelque temps ?

Je laisserai cette question en suspens et je n'essaierai d'y répondre qu'après un examen plus profond du problème général de la classification du sol.

* * *

En cherchant des critères pour classifier les sols, on a quelquefois poussé trop loin le parallèle avec les classifications botaniques ou zoologiques. Comme le constate JENNY, il ne faut pas oublier, que, contrairement aux plantes et aux animaux, les sols n'ont pas le pouvoir de reproduction, ni aussi, au sens biologique, de l'hérédité. Les caractéristiques d'un sol dépendent exclusivement des facteurs qui interviennent dans sa formation, facteurs qu'on a convenu d'appeler *génétiques*, et de la durée de l'action des facteurs *actifs* sur ceux dits *passifs*.

D'autre part, ce qu'on pourra appeler une « *unité-sol* », à un niveau quelconque de généralisation, a une « *surface supérieure* » bien définie, mais sa « *surface inférieure* » n'est pas déjà aussi facile à spécifier. Quant aux « *surfaces latérales* » *limitantes* des différentes extensions géographiques que l'unité-sol occupe, elles ne peuvent être définies, en beaucoup de cas, que de façon assez vague et conventionelle. Il s'en suit que, par exemple les *espèces pédologiques* ne peuvent pas être définies avec une précision comparable à celle qui correspond

normalement aux espèces botaniques ou zoologiques. Il faut l'admettre franchement et en accepter les conséquences.

* * *

A quel point une classification universelle des sols doit-elle se baser sur des considérations d'ordre génétique, ou plutôt s'attacher aux caractéristiques des sols elles-mêmes, c'est une question qui demeure toujours sans réponse. Je présume qu'on n'arrivera jamais à obtenir sur ce point l'accord général des pédologues...

KELLOGG remarque que les caractéristiques du sol, dans une place quelconque, sont le résultat des facteurs : *climat, matière vive, relief, roche-mère* et *temps — plus les effets de son utilisation par l'Homme.*

Je n'essaierai pas de discuter en détail l'importance relative des facteurs climat, végétation, roche-mère et relief. La mesure dans laquelle chaque facteur a influencé les caractéristiques du sol, dépend de tous les autres, et est fonction du temps. Il s'en suit qu'une classification ne peut pas être satisfaisante si elle est basée seulement sur un des facteurs de formation, ou encore si elle lui donne une importance exagérée. On peut voir cela, par exemple, si l'on essaie de prendre le facteur roche-mère comme base de classification. Par exemple, entre les sols granitiques du Portugal et ceux de l'Afrique Portugaise, il y a généralement des différences très nettes qui doivent tendre à les séparer, et non à les réunir, dans une classification logique. Ceci n'altère pas le fait que, dans une région à climat uniforme, la roche-mère, en relation étroite avec le relief, est le facteur dont l'influence explique plus clairement la diversité des sols qu'on y trouve. Les relations entre les caractères du sol et la nature de la roche-mère sont particulièrement évidentes dans les régions à climat tempéré. Pourtant, même dans les tropiques, l'influence de la roche-mère est loin d'être aussi négligeable qu'on pourrait le croire. C'est-à-dire que, si on prend le climat, comme base de classification, il faut s'attendre à trouver de fréquentes exceptions à la zonalité théorique, comme résultat de l'influence des autres facteurs de formation du sol — et c'est vraiment ce qu'on a vérifié.

D'autre part, l'influence de l'homme sur le sol ne peut aussi être oubliée.

Je vous prie de m'excuser de parler de choses aussi bien connues. Il m'était nécessaire de les rappeler, pour présenter sous la forme de principe général, une modification d'une synthèse brillamment réussie par JACKS en 1934 :

« Les caractéristiques correspondant à un groupe de sols, défini à un niveau donné de généralisation, peuvent être le résultat de différentes combinaisons des facteurs de formation. Des sols plus ou moins semblables peuvent se former, même s'il y a eu des différences plus ou moins considérables entre les roches-mères, le climat et d'autres facteurs dans les différentes régions où ils se trouvent. Les combinaisons de facteurs de formation qui ont conduit au développement de sols semblables, peuvent être considérées comme équivalentes pour les

périodes de temps, (éventuellement différentes), pendant lesquelles ces sols se sont développés. Elles peuvent ne pas l'être dans l'évolution ultérieure de sols trouvés semblables dans l'étage d'évolution auquel ils ont été étudiés. »

Dans la suite de mon exposé, j'aurai l'occasion de faire ressortir, plus clairement, toute l'étendue de ce principe-guide, qu'il nous semble raisonnable d'accepter dans l'état actuel de la connaissance pédologique générale. Pour le moment, je me limite à remarquer qu'il comprend une critique assez pertinente, des systèmes de classification dits « génétiques ». Cela ne veut pas dire bien entendu, qu'on n'accepte pas l'importance des investigations relatives à la genèse et l'évolution des sols. Bien au contraire, on les considère justement comme étant fondamentales pour faire des progrès décisifs dans la connaissance pédologique et la Science du Sol appliquée.

Le principe présenté implique sans doute une préférence pour des systèmes de classification qui donnent plus d'importance aux caractéristiques des sols elles-mêmes, qu'aux facteurs responsables de leur existence. Pourtant, il ne nie pas l'intérêt fondamental de chercher, dans les différentes régions où se trouve un certain groupe de sols, l'explication de son existence. Bien au contraire, il donne une grande importance à ces études, et aussi bien à l'investigation de la tendance de l'évolution du sol. On estime que c'est bien ici qu'on peut trouver la clé de techniques plus adéquates pour son utilisation et conservation. Suivant les cas, ces techniques devront ou aider le processus naturel d'évolution, ou bien chercher à le contrarier. Un bon exemple du deuxième cas c'est ce qu'on peut appeler la formation de « braunerde » agricoles à partir d'un sol podzolique, et son maintien contre la tendance naturelle d'une nouvelle podzolisation.

* * *

Pour donner une idée du progrès déjà effectué vers une classification universelle des sols, j'essaierai maintenant d'analyser quelques aspects d'un système qui est bien le plus généralement connu — le *système américain*. Il est d'ailleurs en voie de révision par le *United States Soil Survey*, et j'aurai plus d'une fois l'occasion de me référer à des observations de quelques uns de ceux qui, en Amérique, cherchent à le perfectionner.

L'actuel schéma américain est une modification du système proposé par MARBUT en 1927. Il comprend sept catégories, qui sont, par ordre d'importance, ou de niveau de généralisation, les suivantes : *ordre, sous-ordre, grand-groupe, famille, série, type et phase.*

Il y a trois *ordres*, à savoir : *sols zonaux, sols intrazonaux* et *sols azonaux*, c'est-à-dire, elles sont nommées d'après les concepts et les termes proposés par SIBIRTZIEV. Ces concepts ont grandement stimulé le développement de la Science du Sol et ils ont toujours un intérêt très considérable. Son utilisation pour définir des ordres d'un système de classification, a, néanmoins, des inconvénients assez graves.

Il est vrai que les sols d'un certain groupe dit *zonal* se trouvent, en règle

générale, plus extensivement distribués sous certaines conditions climatiques. Par contre, il est également vrai, (d'accord avec le « principe-guide » dont j'ai eu déjà l'occasion de parler), que les sols de ce même groupe peuvent se trouver sous des conditions climatiques assez différentes, dans des zones considérées comme correspondantes à d'autres grands groupes. Il semblerait logique de les considérer, en ces cas, comme intrazonaux, mais cela s'opposerait à la nomenclature adoptée pour les ordres, dans le système en question. On peut dire que celle-ci se sert du terme *zonal* pour exprimer une idée qu'il faut quelquefois séparer du point que ce terme semble accentuer : la zonalité elle-même.

On pourrait résoudre cette difficulté en changeant la nomenclature, mais en gardant les concepts qu'elle veut représenter. En partant de termes utilisés par GLINKA, on pourrait parler de sols *exodynamomorphiques*, *endodynamomorphiques*, et, peut-être, de sols *adynamomorphiques*. Mais là n'est pas toute la question. En effet, l'inclusion d'un sol dans l'un ou l'autre des ordres cités peut présenter des difficultés assez considérables et donner lieu à des doutes et controverses. Par conséquent, en tant qu'ordres d'un système de classification, les termes indiqués laisseraient encore beaucoup à désirer, bien qu'ils soient utiles à employer dans un sens interprétatif.

Il y a lieu de signaler à ce propos que THORP et SMITH, du *United States Soil Survey*, ont reconnu que les ordres zonal et intrazonal ne peuvent être définis que génétiquement et qu'ils ne trouvent aucune caractéristique mutuellement exclusive de ces deux ordres ; beaucoup de sols maintenant classifiés comme intrazonaux et azonaux montrent beaucoup de caractéristiques zonales.

Remarquons que ces conclusions sont tout à fait d'accord avec le « principe-guide » déjà cité, basé sur la synthèse de JACKS. Ajoutons, pour terminer cette analyse des ordres du système américain, qu'ils ne peuvent pas, par définition, satisfaire en tant qu'ordres d'un système naturel de classification, car chacun doit comprendre des sols tout à fait différents, tandis que des sols dont les caractéristiques sont assez semblables, sont distribués dans des ordres différents. Par exemple, le grand groupe des Tchernozioms est rangé dans le même ordre que les sols des Toundras, tandis que le grand groupe des Rendzinas fait partie d'un ordre différent de celui qui englobe les Tchernozioms, malgré l'affinité de caractères de ces deux derniers grands groupes.

En ce qui concerne les *sous-ordres*, le caractère provisoire de la nomenclature en question est encore plus marqué. Les sous-ordres de l'ordre appelé « zonal » sont désignés : ou bien d'après la zone climatique de son occurrence zonale ; ou bien d'après cette zone et un certain caractère du sol ; ou bien considérant la végétation naturelle à laquelle les sols en question sont normalement associés ; ou encore en utilisant les trois choses. D'autre part, dans l'ordre dit intrazonal, le critère de distinction des sous-ordres est considérablement différent, c'est-à-dire, le critère de classification varie même au dedans d'une même catégorie taxonomique.

D'après THORP et SMITH, si le concept de zonalité est abandonné en faveur d'un autre qui donne plus de force aux caractéristiques des sols elles-mêmes, tout au moins trois et non deux catégories deviendront nécessaires aux niveaux de généralisation supérieurs au niveau correspondant aux grands groupes.

Il me semble que, si on reprend cette voie, on pourra trouver des suggestions de grande valeur, dans un schéma de classification qui a été développé en Europe à la même époque que celui organisé par MARBUT. Je me réfère au système proposé par DE SIGMOND. Ce système est basé sur des caractéristiques des sols que l'on peut considérer comme représentant et l'état actuel de ses conditions, et aussi les forces dynamiques agissant dans le sol. Il comprend 8 catégories, dont les unités sont définies, dans tous les cas, « par des caractéristiques réelles et accessibles et non par des facteurs comme le climat ou la végétation naturelle, ou par référence à des degrés de maturité dont la spécification est plus ou moins hypothétique et discutable ».

De plus, les lignes générales du schéma semblent permettre la considération de nouvelles branches que le développement de la connaissance des sols du monde pourra encore amener à découvrir. Non seulement chaque catégorie peut comprendre des nouvelles unités, mais l'organisation du schéma permet aisément le développement vers une plus grande spécificité. C'est-à-dire qu'il a la qualité fondamentale d'élasticité, nécessaire pour qu'il puisse être perfectionné et complété, au fur et à mesure que la connaissance générale s'agrandit. Un autre aspect très intéressant du système, c'est la considération, au niveau de généralisation correspondant aux grands groupes, de groupements formés par des sols modifiés par l'action de l'homme. Ceci arrive seulement aux cas où tout le système dynamique du sol a été transformé, comme par exemple quand un sol sodique est transformé en un sol calcique.

Il ne m'est pas possible de vous rappeler dans cette conférence les détails du système de classification de DE SIGMOND. Je remarquerai néanmoins, à titre d'exemple, que les Tchernozioms et les Rendzinas sont ramenés au même ordre, (comme il semble être indiqué de le faire dans une classification naturelle), ordre qui n'inclut pas, bien entendu, les sols des Toundras.

* * *

Revenant maintenant au système américain, et ayant considéré les catégories *ordre* et *sous-ordre*, examinons la catégorie suivante, le *grand-groupe*.

Contrairement aux deux premières catégories, la catégorie grand-groupe semble se raffermir de plus en plus, malgré l'imprécision actuelle de la définition de plusieurs unités de cette catégorie. THORP et SMITH attribuent ce fait à ce que le parti-pris génétique, si fortement prédominant dans le cas des ordres et des sous-ordres, se maintient au dedans de limites raisonnables dans le cas des grands groupes.

Il est important de ne pas perdre de vue que la liste actuelle des grands-groupes est loin de pouvoir être considérée comme complète. Quelquefois un

enthousiasme mal guidé a déjà mené à l'inclusion forcée de sols dans des grands-groupes auxquels ils n'appartiennent vraiment pas.

Signalons que la catégorie grand-groupe a déjà un intérêt agronomique assez considérable, malgré le fait que, d'après PENDLETON, rarement les grands-groupes pourront être les unités les plus logiques et utiles au point de vue de l'utilisation des sols.

Notons aussi que, dans le schéma américain actuel, les sols d'alluvions (et d'autres groupes dits azonaux) ont la catégorie de grands groupes. Ceci représente l'abandon courageux de points de vue du courant pédologique orthodoxe, suivant lesquels, d'ailleurs très logiquement, ceux-là sont considérés comme des matériaux originaires et non comme des sols. Je crois bien qu'on ne reviendra pas sur une telle décision, qui fait sortir la Pédologie de la situation un peu difficile de se refuser à considérer, dans sa sphère d'action, des formations naturelles qui comprennent, au point de vue agricole, des sols des plus importants du monde. D'ailleurs cela avait déjà été fait par DE SIGMOND, dans le schéma de classification sur lequel j'ai attiré votre attention.

Voilà un autre point de vue qui figure dans les principes-guides suivis à l'Institut Agronomique. En l'acceptant, nous acceptons aussi les conséquences logiques de la décision prise, en ce qui concerne le concept « d'unité-sol » dans les catégories inférieures de la classification.

* * *

Entre le grand groupe et la série, il n'y a qu'une catégorie intermédiaire — *la famille*. Malgré l'imprécision de sa définition, le concept de famille de sols présente sans doute un intérêt très considérable. On peut quelquefois l'utiliser avec avantage, par exemple, pour la cartographie des sols de territoires peu développés. Je reviendrai plus loin sur cette question. Pour le moment, et continuant cette rapide analyse du système américain, examinons quelques aspects concernant les catégories inférieures : la *série*, le *type* et la *phase*, qui en Amérique sont adoptés pour la cartographie détaillée des sols.

La définition officielle de série est la suivante : « Groupe de sols avec *des horizons génétiques* semblables quant'aux caractéristiques différentielles et l'arrangement dans le profil (en exceptant la texture du sol superficiel), et développés à partir d'un type particulier de matériel originaire ».

La sous-division des séries en *types*, d'après des différences de texture du sol superficiel, est en train d'être abandonnée, à l'exception du cas des sols peu développés. Elle était nécessaire quand la série comprenait des sols de la même formation géologique, même si la lithologie de celle-ci était assez variée. En relation avec l'actuel concept américain de série elle ne se justifie pas normalement. C'est-à-dire, avec l'exception indiquée, les catégories série et type sont en train de devenir une seule catégorie.

La définition officielle de série donne une importance marquée aux horizons génétiques pour baser la distinction entre les sols, à ce niveau de généralisation, et on fait la recommandation d'étudier essentiellement des profils de sols

vierges, pour définir les caractéristiques de chaque série. L'application de ce concept dans le cas des sols dont les horizons génétiques sont à peine faiblement esquissés, ou même n'existent vraiment pas (comme les sols d'alluvions) ne peut se faire que par une rationalisation quelque peu forcée. D'autre part, en des pays depuis longtemps exploités par l'agriculture, l'homme a modifié plus ou moins considérablement les horizons superficiels en affectant aussi, indirectement, des horizons inférieurs. Il peut aussi avoir exercé une action destructive, d'où il est résulté qu'une partie du sol naturel a été enlevée par l'érosion. C'est pourquoi, à l'Institut Agronomique et en ce qui concerne les sols portugais, nous estimons justifiable d'adopter une définition différente de la série unitypique, ou type. Elle est, tout simplement : « un groupe de sols avec des profils semblables dans toute l'épaisseur ayant signification pour l'utilisation du sol, autant qu'il est pratiquement possible de la considérer pour la cartographie ».

L'élimination de toute référence aux horizons génétiques se justifie pour les raisons que je viens de présenter.

En partant de cette dernière définition, il n'y aura aucune difficulté à appliquer la notion de *série unitypique*, dans le cas de sols où il n'y a pas d'horizons génétiques, ou dans lesquels ceux-ci ont été considérablement modifiés par l'exploitation agricole. Ce n'est pas d'ailleurs la seule justification de la définition donnée : on ne peut pas oublier que les théories concernant la génèse des sols sont loin d'être complètes. Par conséquent, il serait dangereux de donner trop de force à des considérations d'ordre pédogénétique pour définir les unités à utiliser dans la cartographie détaillée des sols.

Dans la définition donnée, il n'y a non plus aucune référence spéciale à la ressemblance du matériel originaire. On peut la considérer comme implicite dans la définition. Remarquons à ce sujet que, pour la définition des types, on considère l'épaisseur significative pour l'utilisation du sol. Celle-ci peut comprendre, non seulement ce qui peut rester du matériel originaire, mais encore, dans les formations sédimentaires, des matériaux sous-jacents.

Il y a lieu de signaler ici que, dans ces dernières années, s'est développée en Amérique une tendance à considérer aussi pour séparer les séries, des différences de caractéristiques de matériaux de la portion inférieure des profils, outre le matériel originaire, dans les cas où ils ont de l'influence sur l'utilisation du sol. Les caractères des horizons génétiques seraient tout de même, d'après la définition officielle, la base normale pour séparer les séries.

* * *

Il est évident que les définitions données sont assez vagues, par le fait qu'elles ne spécifient pas les caractères qu'on considère pour établir les unités, et qu'elles ont recours au terme « semblable ». Voyons quelque chose au sujet du choix de ces caractères et aussi de l'établissement des limites de leur variation, au dedans de chaque unité.

D'une façon générale, c'est aux caractères morphologiques qu'on donne la primauté — et ceci pour des raisons d'ordre pratique bien évidentes. Les études de laboratoire sont exécutées sur des échantillons pris dans des profils typiques, de façon à obtenir une idée de l'ordre de grandeur de certaines caractéristiques physico-chimiques, au dedans de chaque unité morphologique établie, et, aussi, de l'amplitude de leur variation. On sait que les techniques agricoles peuvent provoquer des différences (qu'on peut dire accidentelles et instables), par exemple, dans la teneur en phosphore assimilable, en des champs contigus, appartenant au même type de sol. Il ne serait ni pratique ni recommandable, dans la cartographie des sols d'un pays, de sous-diviser les types, et de cartographier les sous-divisions, d'après le caractère cité, par raison même de son instabilité. Des variations de ce genre sont sans doute importantes pour l'orientation de la fertilisation du sol. Il faut les estimer en relation aux cas particuliers, d'une ferme ou d'un champ, en ayant recours à des laboratoires organisés pour des déterminations de routine à bon marché. Pourtant elles ne sont pas utilisables, d'une façon générale, pour la cartographie des sols. Considérées pour chaque cas particulier, ayant pour base tout ce qu'on connaît au sujet du type de sol où elles se déterminent, leur valeur pour orienter scientifiquement l'agriculteur devient beaucoup plus marquée qu'elle ne le serait en l'absence d'une carte des sols.

Remarquons-le, néanmoins, nous avons déjà mis l'accent là-dessus, l'influence de l'homme sur les caractères du sol peut déterminer des modifications beaucoup plus stables que la simple différence en teneur d'éléments nutritifs assimilables. Il y aura alors lieu de les considérer au point de vue cartographique. Jusqu'à un certain point on peut envisager leur cartographie comme *variations* de types, mais il sera maintes fois indiqué de les considérer pour définir des types différents.

* * *

Pour la définition des limites de variation de caractéristiques (et bien qu'on s'efforce de suivre des principes scientifiques), il est impossible de donner des règles. Il faut confesser que les critères qu'on peut suivre sont toujours considérablement subjectifs. Par exemple, en ce qui concerne la texture, on n'admettra pas naturellement, dans le même type, des sols dont la portion superficielle du profil appartient à des classes différentes. Mais la définition de ces classes est, elle-même, considérablement subjective, et il y a non seulement des systèmes différents d'analyse granulométrique, mais aussi des classifications texturales différentes d'après la composition mécanique. D'autre part, en ce qui concerne les portions inférieures du profil, on pourra quelquefois trouver des justifications pour admettre une variation de texture couvrant deux classes contiguës. On peut aussi envisager — pour la texture comme pour d'autres caractéristiques — l'adoption de limites de variation plus étroites aux cas où les sols sont l'objet d'une agriculture intensive, tandis qu'on augmenterait la tolérance de variation aux régions où l'agriculture est du type extensif, ou bien où la forêt est la forme d'utilisation la plus recommandable.

On peut dire que, au niveau de généralisation correspondant aux séries unitypiques, ou types, le choix des caractères distinctifs et de leurs limites de variation au dedans d'une unité-sol, est déterminé par des considérations d'ordre pédologique et d'ordre agronomique. L'importance relative de chacun de ces points de vue varie avec les circonstances. Le degré de perfection des solutions adoptées dépend de celles-ci, et en quelque mesure, de la formation et de l'expérience de l'observateur.

* * *

Entre les circonstances qui affectent la classification, figure, évidemment, l'étendue des données relatives à l'expérience de l'utilisation des sols qu'on peut réunir et prendre en considération. Il est tout indiqué d'utiliser les données des stations expérimentales et de profiter de l'expérience des agriculteurs, là où elle s'est affermie de génération en génération. Des enquêtes agro-économiques peuvent aider considérablement les travaux de cartographie des sols. Ce n'est pas seulement la productivité qu'il faut connaître, mais aussi *le coût de la production*, en relation avec les détails des techniques régionales. D'autre part, celles-ci doivent être l'objet d'une analyse agronomique objective et minutieuse, prenant en considération les progrès de la science agronomique, et toutes les données expérimentales déjà accumulées relatives à des types bien définis des sols de la région. Le rapport qui accompagne une carte détaillée de sols peut donner une vue d'ensemble, d'une part, de ce qu'on croit déjà savoir en ce qui concerne l'utilisation des sols classifiés et cartographiés ; d'autre part, de points douteux qu'on doit soumettre à l'investigation et à l'expérimentation, en relation à des types définis de sol.

La carte des sols proprement dite est établie de façon à garantir la plus grande stabilité possible des unités choisies, les résultats de l'expérimentation et l'observation qu'il sera possible d'accumuler dans le futur relatives à avec différentes unités-sol, pourront justifier, après une période de temps plus ou moins longue, de nouvelles éditions des rapports complémentaires des cartes de sols publiées.

* * *

D'une façon générale, et comme conséquence de la ressemblance de profils des sols du même type, les conditions générales de relief ne varient pas beaucoup au dedans de chaque type établi, soit d'après le concept américain, soit suivant la modification de ce concept que j'ai essayé de définir. Pourtant, dans les deux cas, il peut y avoir des différences de relief qui, bien qu'elles ne se reflètent pas dans les caractéristiques des profils, ont une importance marquée en ce qui regarde l'utilisation du sol. C'est une question de la plus grande importance au Portugal, et on peut la considérer très justement, en établissant ce que les américains appellent *phases*, au dedans d'un type de sol. Le concept de

phase est aussi très utile pour donner une expression cartographique à la fréquence d'affleurement rocheux, au degré d'érosion, etc...

* * *

Pour les sols suffisamment développés, et vu la variation limitée de caractéristiques des profils, les conditions climatiques doivent être, elles aussi semblables, dans tous les endroits où se trouvent des sols appartenant au même type. Il peut néanmoins y avoir des différences microclimatiques qui n'ont pas donné lieu à des différences de caractères des sols, mais qui tout de même affectent de façon significative leur utilisation. Il faut ne pas l'oublier, en relation avec la distribution des champs d'expérience et aussi en ce qui concerne la généralisation des données obtenues. Cette question n'intervient pas directement pour la définition d'unités-sol, mais elle est évidemment très importante pour la classification naturelle ou économique des terres.

Pour les types définis de sols peu développés, il faut s'attendre, d'une façon générale, à des variations climatiques encore plus importantes suivant lieux d'occurrence du même type.

* * *

Avant de considérer quelques autres questions relatives à la cartographie des sols, il est temps de donner une vue d'ensemble du système de classification dont j'ai essayé de faire une analyse critique.

On peut dire que, dans la phase actuelle de son évolution, le système américain, dans la catégorie la plus élevée — *l'ordre*, — se sert exclusivement d'un critère génétique. Dans les catégories suivantes, *sous-ordre*, *grand groupe* et *famille*, il donne une importance croissante à la considération des caractéristiques des sols elles-mêmes, tandis que l'influence du critère génétique diminue.

Dans la *série*, (qui tend à se confondre avec le type), ce sont les caractéristiques du sol qui déterminent essentiellement les distinctions, mais encore avec une référence spéciale à leur signification génétique. Des considérations d'ordre pratique semblent néanmoins devenir de plus en plus importantes pour la distinction des séries. La catégorie la plus inférieure, la *phase*, est basée exclusivement sur des considérations d'ordre pratique, et se réfère, comme règle, à des caractéristiques isolées et généralement externes, comme le relief.

On a vu que, en ce qui concerne les catégories supérieures, s'affirme de plus en plus fortement une tendance pour réduire l'importance donnée aux considérations d'ordre génétique. J'ai, à ce propos, fait remarquer que le système de DE SIGMOND pourra probablement fournir une base adéquate pour un schéma d'application universelle. Il y aura probablement lieu de considérer trois et non seulement deux catégories supérieures à la catégorie grand-groupe.

La *famille*, la catégorie suivante, n'est pas encore définie très exactement. La *série unitypique*, ou tout court, le *type*, complété par la *phase*, sont sans doute des concepts d'une grande utilité pour la cartographie détaillée des sols. J'ai

cherché à démontrer qu'il est tout de même indiqué, en ce qui concerne le type, de modifier le concept original, tout au moins pour faire face à des conditions qui sont peut-être fortuites dans des pays neufs, mais assez communes dans les pays depuis longtemps exploités par l'homme. Le peu de stabilité des théories relatives à la genèse des sols, semble aussi indiquer, très spécialement dans cette catégorie de classification, l'avantage de considérer essentiellement des caractéristiques des profils, quelle que soit l'explication de son existence. Je parle, bien entendu, de classification liée à la cartographie, qu'il peut être nécessaire d'exécuter avant d'arriver à une explication exacte de la genèse des sols en question. L'investigation du processus de cette genèse et des tendances de l'évolution future, sont des champs de recherche de la plus grande importance pour le progrès de la Pédologie, et qu'il faut évidemment poursuivre. D'ailleurs, la cartographie des sols elle-même fournit des données fondamentales sur ces questions.

* * *

De toutes ces considérations on peut conclure, il me semble, qu'à la phase actuelle de nos connaissances, (et malgré toutes les limitations résultant de l'attitude critique qu'il semble prudent de maintenir envers les systèmes de classification du sol), nous pouvons répondre par l'affirmative à la question que j'ai posée au début de ma conférence : On ne court pas le danger de voir les cartes de sols qu'on peut maintenant réaliser perdre leur utilité en fonction du développement de systèmes plus parfaits de classification. Si nous basons ces cartes sur la classification des sols *d'après leurs caractéristiques*, il sera probablement nécessaire, dans le futur, d'y ajouter encore d'autres données, mais l'œuvre que nous pouvons accomplir à l'heure actuelle ne perdra pas pour cela, son utilité. D'autre part, les nouvelles données pourront être ramenées aux unités ou groupes d'unités que nous pouvons dès à présent établir et cartographier. Le choix de ces unités, aussi bien que de l'échelle à utiliser dans les travaux pédo-cartographiques, sont, tout de même, de graves responsabilités.

D'une façon générale, on sera d'accord que, au point de vue agronomique, le type et la phase, ou des concepts plus ou moins semblables, sont les unités les plus adéquates pour la cartographie détaillée, d'autant que le type d'agriculture justifie cette modalité des cartes de sols. On peut dire que ce sera le cas d'une grande partie de l'Europe. Néanmoins, si on fixe l'échelle de la cartographie des sols pour un pays, il se peut qu'elle soit exagérément grande pour quelques régions de ce pays, et inadéquate, par manque de détail, pour d'autres régions. On pourra alors avoir recours à l'utilisation d'échelles différentes, ou bien admettre, dans quelques régions, une variation plus grande de propriétés au dedans de chaque type de sol. On pourra encore, pour des régions qui sont le siège d'une agriculture intensive, cartographier par types, et cartographier, par exemple, par familles (ou par des associations géo-

graphiques de types, ou de familles), dans les régions d'agriculture extensive ou dans celles où les conditions naturelles forcent à maintenir sous forêt.

Aux territoires assez peu développés — et c'est le cas de la plus grande partie de l'Afrique — la cartographie détaillée des sols ne se justifie normalement que pour des régions assez limitées. D'autre part, en fonction du degré comparativement limité de la connaissance des sols des tropiques, le choix des catégories taxonomiques à utiliser pour baser une cartographie d'ordre général devient très difficile. Des unités de catégories intermédiaires entre le grand groupe et la série semblent être, d'une façon générale, les plus indiquées. La définition des unités pourra se faire en partant de l'étude détaillée d'aires typiques. En plus de cela l'utilisation d'unités cartographiques complexes comme les « caténas », est une solution qui présente beaucoup d'avantages.

Het Algemeen Probleem van de Klassificatie van Gronden

door J. Botelho da Costa.

Samenvatting.

De schrijver ontleedt als landbouwkundige het algemeen probleem van de klassificatie van gronden.

Door een kritische studie van de amerikaanse klassificatie, ontwikkelt hij de stelling dat een voorkeur dient te worden verleend aan de klassificatie systemen die meer belang hechten aan de eigenschappen van de gronden zelf dan aan de factoren die verantwoordelijk zijn voor hun bestaan.

De schrijver denkt eveneens dat het « type » en de « phase » de meest overeenstemmende eenheden vormen voor de nauwkeurige pedologische cartographie — ieder systeem dient immers als voorloopig te worden beschouwd, gezien de huidige toestand van de wetenschap. J. V.

Das allgemeine problem der Bodenklassifikation

von J. Botelho da Costa.

Zusammenfassung.

Der Autor analysiert als Agronom die allgemeine Frage der Bodenklassifikation.

In einer peinlichen Untersuchung der amerikanischen Klassifikation entwickelt er die These, daß den Einteilungssystemen, welche den Charakteristiken der Böden selber mehr Bedeutung beimessen, der Vorzug einzuräumen ist gegenüber den Faktoren, die nur ihr Vorhandensein bedingen.

Gleicherweise vertritt der Autor die Ansicht, daß der « Typus » und die « Phase » die bestmöglichsten Begriffe darstellen für die pedologische Kartographie. Doch bei dem jetzigen Stand dieser Wissenschaft muß man jedes System als nur provisorisch betrachten. N. W.

The general problem of soil classification

by J. Botelho da Costa.

Summary.

As a scientific agriculturist, the writer examines the general problem of soil classification.

Through a critical study of the American classification, he upholds his argument that preference should be given to systems of classification in which more importance is given to the soil characteristics than to the agents which are responsible for their existence.

In the writer's opinion, the « type » and the « stage » are the best appropriate units to be used in detailed soil mapping. In the present state of the matter, every system is to be considered as provisional. G. C.

Institut agronomique de l'état, a Gembloux
Centre d'insémination artificielle

Le test de la « résistance » des spermatozoïdes du taureau et sa signification dans l'appréciation de la valeur fécondante du sperme

par

E. Dimitropoulos.

Dans la pratique de l'insémination artificielle, il est indispensable d'apprécier la valeur fécondante des échantillons spermatiques avant leur utilisation. La qualité, en effet, de la semence du taureau varie d'un individu à l'autre et chez le même animal d'une récolte à l'autre. L'appréciation du pouvoir fécondant de la semence utilisée doit être basée sur les résultats convergents d'un faisceau de tests. Au prix d'un examen minutieux des différentes caractéristiques du sperme du taureau et d'une certaine expérience, on peut dégager une présomption qui frise la certitude sur la valeur fécondante du sperme du taureau.

Dans une étude antérieure (1 et 2), nous avons passé en revue les différentes caractéristiques de la semence fécondante ; *caractéristiques macroscopiques* : Volume, couleur, odeur, opacité, viscosité. *Caractéristiques microscopiques* : Mobilité initiale (pourcentage des spermatozoïdes vivants et degré de mobilité), vitalité (longévité à basse température, longévité à haute température, résistance au choc thermique, résistance à une solution de 1 % de NaCl), concentration en spermatozoïdes, morphologie, microbiologie du sperme ; *Caractéristiques biochimiques* : PH, activité métabolique (activité respiratoire, activité glycolytique ou test de réduction du bleu de méthylène) concentration en vitamines, concentration en hyaluronidase. Aucun test à lui seul ne peut donner une idée exacte de la valeur fécondante de la semence spermatique. Ainsi, par rapport au pourcentage de fécondation, la mobilité des spermatozoïdes nous a donné une corrélation positive et significative ($r = 0{,}77 \pm 0{,}08$), le test de réduction du bleu de méthylène une corrélation négative et non

significative ($r = -0,27 \pm 0,1$) et l'indice de fertilité (expression numérique des quatre variantes essentielles : concentration, pourcentage de mobilité, pourcentage des spermatozoïdes normaux et coefficient d'activité des spermatozoïdes) nous a donné une corrélation positive mais non significative ($r = 0,55 \pm 0,12$).

On doit, par conséquent, admettre que la valeur du sperme est fonction à la fois de sa richesse en spermatozoïdes, normalement constitués, doués d'une grande énergie et d'un certain nombre d'autres facteurs encore mal connus, dont certains peuvent être des enzymes, telle que *l'hyaluronidase*. Celle-ci, en liquéfiant les cellules de la couronne radiaire, intervient dans la phase préparatoire à la fécondation. En 1942, McCLEAN et ROWLANDS constatent que les préparations d'hyaluronidase, provenant du testicule ou du venin de serpent, libèrent de leurs couches périphériques les ovules de rate, recueillis dans l'oviducte : le processus débute par une liquéfaction du gel visqueux, qui entoure les cellules de la granulosa ; celles-ci sont dispersées et l'ovule est dénudé ; on peut supposer que le gel est constitué par de l'acide hyaluronique qui est un muco-poly-saccaride, et qui est dépolymérisé par un polysaccaride non visqueux, sous l'action de l'hyaluronidase (MANN et LUTWAK-MANN, 1944, cités par LESBOUYRIES (3).

La dégradation de l'acide hyaluronique dans le gel et la dispersion, des cellules du cumulus proliger qui accompagnent l'ovocyte, conditionnent la fertilisation de l'ovule par le spermatozoïde ; ce processus nécessite une certaine quantité d'hyaluronidase.

ROWLANDS en 1944 (cité par LESBOUYRIES (3) et G. FAVILLI (4), montre qu'il faut un million de spermatozoïdes pour assurer une bonne fertilisation chez la lapine ; 100.000 gamètes mâles ne donneraient pas ce résultat.

Ainsi à la quantité de l'enzyme dans le sperme correspond la richesse en spermatozoïdes.

SWYER, puis DALGAARD-MIKKELLEN, KVORNING et RASBECH (1947) étudiant le sperme du taureau, montrent que l'hyaluronidase, préformée dans les spermatozoïdes, doit être élaborée par le tissu spermatogène ; les 3/4 de l'enzyme sont attachés aux gamètes mâles et 1/4 seulement se trouve dans le plasma.

Ainsi, on a utilisé une méthode tendant à déterminer le coéfficient de résistance des spermatozoïdes à certaines substances irritantes ; en effet, *le capuchon céphalique* (involucro cefalico des auteurs italiens) (ou *capsule lipoïdique* des auteurs russes) essentiel à la fertilisation de l'ovule par le gamète mâle, est protégé par une enzyme qui est peut-être l'hyaluronidase ; dans ce but, on a eu recours au NaCl pour l'action destructrice de ses électrolytes et particulièrement des chlorures vis-à-vis des spermatozoïdes.

D'après MILOVANOV (cité par ANDERSON (5), l'effet néfaste des chlorures se fait sentir non sur le sperme lui-même, mais sur la capsule lipoïdique en changeant l'état de ses colloïdes et la charge électrique.

Par la présente étude, nous avons voulu dégager la valeur de ce test de la « Résistance » des spermatozoïdes à l'action destructrice de la solution à 1 % de NaCl et sa signification par rapport au pouvoir fécondant du sperme. La résistance est indiquée par la lettre R, et s'exprime par la formule $R = \frac{V}{v}$.

V = Volume en centimètres cubes de solution de chlorure de Sodium nécessaire pour inhiber les mouvements progressifs des spermatozoïdes (les mouvements oscillatoires peuvent persister).

v = volume de sperme auquel la solution de NaCl est ajoutée. Par exemple supposons qu'il faut 100 cc. de solution de NaCl pour inhiber les mouvements progressifs des spermatozoïdes d'une quantité de 0,02 cc. de sperme.

$$R = \frac{100}{0,02} = 5000.$$

Technique : au moyen d'une micropipette, 0,02 cc. de sperme à titrer est déposé dans une fiole Erlenmeyer de 200 cc. D'un autre flacon contenant la solution stérile de NaCl, 10 cc. sont ajoutés au moyen d'une éprouvette dans la fiole contenant le sperme. Après mélange du contenu, une petite goutte de sperme ainsi dilué est déposée sur une lame et l'activité des spermatozoïdes est examinée au microscope.

Si les mouvements progressifs persistent, une nouvelle quantité de 10 cc. de solution de NaCl est ajoutée et de nouveau le sperme dilué est examiné au microscope. Les mêmes opérations, d'abord par quantité de 10 à 20 cc. puis de 2 à 5 cc. de solution de NaCl, continuent jusqu'à l'inhibition complète de mouvements progressifs des spermatozoïdes. Le titrage doit se faire sous une température de 18° à 25° C. pour éviter le choc thermique et être fini en 15 minutes. L'eau utilisée pour la solution de NaCl doit être distillée dans un appareil entièrement en verre. La verrerie utilisée stérile.

Pour obtenir des résultats comparables, Nagornyi et Smirnov (1939) (6) recommandent la standardisation de la technique suivante :

Volume de sperme 0,02 cc. ; température 17 à 24° C. ; addition de solution de Nacl par doses de 10 cc. ; mélanger doucement après chaque addition.

La table suivante peut être consultée pour lire la résistance d'un échantillon spermatique quand le volume de celui-ci est de 0,02 cc. et la quantité de NaCl ajoutée connue.

Volume de sperme	Volume de sol. Nacl ajoutée	R	Volume de sperme	Volume de sol. Nacl ajoutée	R
cc.	cc.		cc.	cc.	
0,02	50	2.500	0,02	160	8.000
0,02	60	3.000	0,02	170	8.500
0,02	70	3.500	0,02	180	9.000
0,02	80	4.000	0,02	190	9.500
0,02	90	4.500	0,02	200	10.000
0,02	100	5.000	0,02	210	10.500
0,02	110	5.500	0,02	220	11.000
0,02	120	6.000	0,02	230	11.500
0,02	130	6.500	0,02	240	12.000
0,02	140	7.000	0,02	250	12.500
0,02	150	7.500	0,02	260	13.000
			0,02	270	13.500

La valeur R varie énormément dans les différentes espèces, et pour une même espèce d'un individu à l'autre et d'un prélèvement spermatique à l'autre.

Voici la valeur de « R » donnée par MILOVANOV (5) pour les différentes espèces :

Taureau	300 à 20.000
Bélier	100 à 5.000
Étalon	100 à 1.500
Verrat	60 à 1.000
Chien	200 à 600

En faisant le titrage de « Résistance » sur 64 échantillons spermatiques prélevés chez 6 taureaux différents, nous avons trouvé une valeur « R » variant de 750 à 16.200. Nous avons utilisé les échantillons spermatiques pour l'insémination artificielle à partir de la valeur « R » = 2250. Au total, 2.100 vaches ont été inséminées avec ces échantillons. Nous avons calculé le coefficient de corrélation entre le pourcentage de fécondation obtenu et la « Résistance » des spermatozoïdes de ces échantillons spermatiques (*).

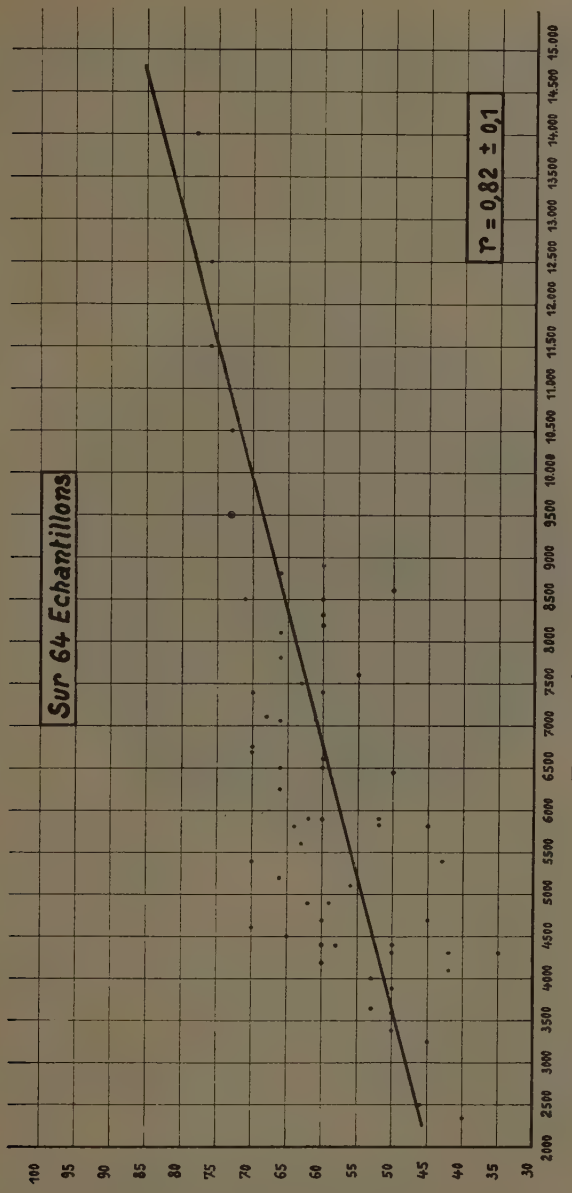
Nous avons trouvé une corrélation ($r = 0,82 \pm 0,1$) qui est positive et hautement significative (voir graphique n° 1).

Ainsi le test de Résistance des spermatozoïdes s'avère très fidèle pour l'ap-

(*) Pour le calcul du coefficient de corrélation, nous avons utilisé la formule suivante :

$$r = \frac{\frac{\Sigma (y \cdot x)}{N} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sigma_y \cdot \sigma_x}$$

$\bar{y}$, $\bar{x}$ = moyenne pour chaque distribution de fréquence.
σ_x et σ_y = déviation standard.


Sur 64 Echantillons
r = 0,82 ± 0,1
Pourcentage de fécondation
Test de "Résistance"
100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30
2000 2500 3000 3500 4000 4500 5000 5500 6000 6500 7000 7500 8000 8500 9000 9500 10.000 10.500 11.000 11.500 12.000 12.500 13.000 13500 14.000 14.500 15.000

GRAPHIQUE I.

préciation de la valeur fécondante du sperme du taureau et sa prise en considération dans l'analyse du sperme, aux laboratoires d'insémination artificielle, s'affirme d'une précieuse utilité. Nous estimons qu'il est à souhaiter de ne pas utiliser les échantillons spermatiques dont la valeur « R » est inférieure à 5.000.

D'autre part, en étudiant le test de Résistance des spermatozoïdes du taureau, nous sommes amenés à rechercher une coloration qui mettrait en évidence la présence et l'intégrité de la capsule lipoïdique dont le rôle paraît primordial dans la fertilisation de l'ovule. Nous avons ainsi mis au point une nouvelle coloration des spermatozoïdes du taureau en utilisant *la Nigrosine*.

Fig. 1.

Technique :

a) Une fine goutte de sperme est déposée sur une lame et mélangée avec une goutte de solution acqueuse à 1 % de Nigrosine.

b) étaler doucement pour faire un mince frottis.

c) sécher à l'air et fixer à la chaleur.

d) examiner au microscope à l'immersion.

Résultat :

Les spermatozoïdes apparaissent comme des images claires sur fond brun foncé. La capsule lipoïdique est très nette et translucide (fig. 1). Cette coloration nous permet en même temps de différencier les spermatozoïdes vivants

des spermatozoïdes morts. Les vivants sont clairs et non colorés, tandis que les spermatozoïdes morts apparaissent divisés en deux parties dont la postérieure est foncée, l'antérieure, à partir du disque transversal, claire.

Dans ce cas, le capuchon céphalique ou galea capitis est souvent détaché, soit entièrement (« spermatic veil » des auteurs américains) (fig. 2), soit à l'extrémité antérieure de la tête sous forme d'échancrure (fig. 3) (commencement de l'éclatement de la capsule lipoïdique).

Les frottis faits avec la solution de sperme ayant subi le test de la Résistance et colorés à la Nigrosine montrent généralement des spermatozoïdes morts avec la partie antérieure translucide et boursouflée.

Après 4 à 5 jours de conservation du sperme pur à la glacière, le coefficient de Résistance des spermatozoïdes est très faible (7 à 8 fois moindre que celui du sperme frais). Les frottis faits avec ce sperme et colorés à la Nigrosine montrent un grand pourcentage — jusqu'à 90 % — de spermatozoïdes avec le « galea capitis » complètement détaché (tête nue) ou fragmentée dans sa portion marginale ou transversale (« striscia marginale » ou « striscia trasversale » des auteurs utaliens (7)).

Notons enfin que la coloration à la Nigrosine, très simple et rapide à réaliser, s'avère excellente pour l'étude de la morphologie en général des spermatozoïdes : anomalies de la tête (microcéphalie, mégalocéphalie, tête pyriforme, effilée, dégénérée, vacuolée) ; anomalies de la pièce intermédiaire (double, filiforme, enroulée, repliée, en forme de collier de perles), et anomalies de la queue (cassée, tordue, enroulée, repliée, goutte protoplasmique etc.).

L'éclatement de la capsule lipoïdique (8) apparaît aussi avec la coloration des spermatozoïdes à l'encre de chine ou au bleu d'aniline. Toutefois, ces deux méthodes de coloration ne permettent pas une nette distinction du capuchon céphalique.

Devant la multitude des tests à interroger pour apprécier la valeur fécondante du sperme du taureau et devant l'inefficacité de beaucoup d'entre eux quant à leur valeur réelle, nous voudrions en terminant, mettre en relief certains de ces tests qui nous paraissent de grande utilité et qui doivent être intégrés dans la pratique courante et journalière de l'insémination artificielle. A savoir : les tests de mobilité, de concentration, de Résistance spermatique et de la morphologie.

Les microphotographies illustrant cette étude sont dues à Monsieur VANNESTE préparateur à la Chaire de Microbiologie de l'Institut Agronomique de Gembloux que nous remercions vivement.

Novembre 1950.

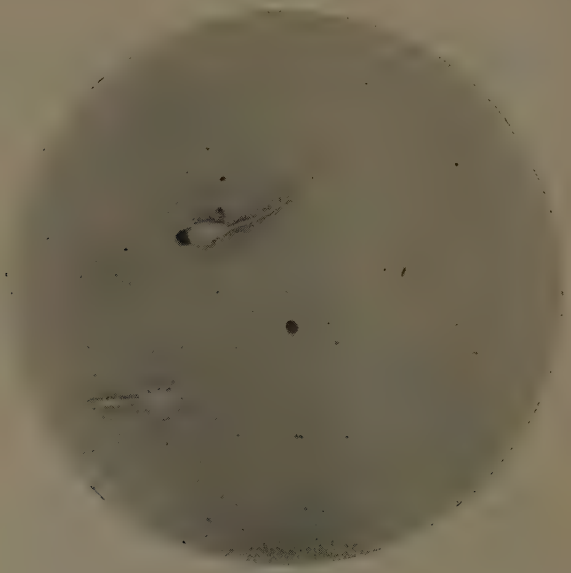


FIG. 2.

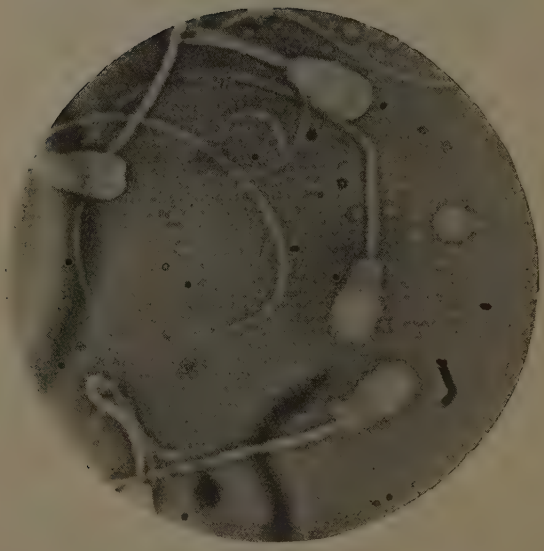


FIG. 3.

BIBLIOGRAPHIE

1. MARCQ, J., DIMITROPOULOS, E. et HENNAUX, L. — (1949). *Revue de l'Agriculture* 2me année, nº 4.
2. DIMITROPOULOS, E. — (1949). IIe Congrès National de Zootechnie bovine. Tome I, 29 et 30 octobre.
3. LESBOUYRIES, G. — (1949). Reproduction des mammifères domestiques. Sexualité. Paris.
4. FAVILLI, G. — (1948). Primo Congresso internazionale di fisiopatologia della riproduzione animale e di fecondazione artificiale. Milano.
5. ANDERSON, J. — (1945). The semen of Animals and its use for Artificial insemination. Edinburgh.
6. Département de l'Agriculture de U. R. S. S. — (1948). Artificial Insemination of farm animal in the Soviet Union. (Sydney-London).
7. BONADONNA, T. — (1944). Attitudine del maschio alla riproduzione e controllo dello sperma. (*Collana tecnico-scientifica* « L. SPALLANZANI », nº 2).
8. MARCQ, J., HENNAUX, L. et DIMITROPOULOS, E. — (1947). (*Bull. Inst. Agron. et Stations de Recherches*, Gembloux, Tome XVI, nº 1-4).

De « Weerstandstest » van spermatozoiden van de stier en zijn betekenis in de beoordeling van de bevruchtigingswaarde van het sperma

door E. DIMITROPOULOS.

Samenvatting.

De schrijver geeft een nauwkeurige beschrijving van de « weerstandstest » van het zaadkapsel (galea capitis) van de spermatozoiden van de stier aan de vernietigende inwerking van een 1 %-ige oplossing van natriumchloride. Hij heeft de correlatie coefficient berekend tussen het bevruchtigingsgehalte en de spermaweerstand en heeft een posietieve correlatie bevonden die uiterst belangrijk is ($r = 0{,}82 \pm 0{,}1$).

Anderzijds heeft hij een eenvoudige en vlugge kleuring op punt gesteld op basis van een waterige, 1 %-ige nigrosineoplossing om het zaadkapsel van de stierspermatozoiden aan te tonen.

Deze kleurmethode is eveneens best geschikt om de algemene morphologische studie van spermatozoiden.

Om het bevruchtigingsvermogen te beoordelen van het sperma van de stier, raadt de schrijver aan de weerstandstest van spermatozoiden in aanmerking te nemen en in het dagelijks werk van de laboratoria voor kunstmatige inseminatie de kleuring met nigrosine in te lassen. J. V.

Test der « Widerstandsfähigkeit » der Spermatozoiden des Stieres und seine Bedeutung für den Befruchtungswert des Samens

von E. Dimitropoulos.

Zusammenfassung.

Der Autor beschreibt in allen Einzelheiten den Test der Widerstandsfähigkeit der Samenkapseln (galea capitis) der Spermatozoiden des Stieres gegen die destruktive Wirkung einer 1 % Kochsalzlösung. Er rechnet den Koeffizienten für die Wechselbeziehung zwischen dem Prozentsatz der Befruchtung und dem Widerstand des Samens, und findet eine positive und sehr signifikative Wechselbeziehung ($r = 0{,}82 \pm 0{,}1$).

Anderseits fand er eine schnelle und einfache Färbung der Samenkapseln mit einer 1 % Nigrosinlösung. Diese Färbung bewährt sich ebenfalls für morphologische Studienzwecke der Spermatozoiden.

Um den Befruchtungswert des Samens festzustellen empfiehlt der Autor den Test der Widerstandsfähigkeit und weist hin auf die Nützlichkeit der Nigrosinfärbung in einer künstlichen Befruchtungsanstalt.

The test of resistance of bull spermatozoa, and its significance for determining the impregnating value of the semen

by E. Dimitropoulos.

Summary.

The author goes fully into the details of the test of the resistance of the lipoid capsule (galea capitis) of the bull spermatozoa to the deteriorating action of the 1 per cent. NaCl solution. He worked out the coefficient of correlation between the percentage of impregnation and the spermatic resistance. The correlation found is positive and highly significant ($r = 0.82 \pm 0.1$).

On the other hand, he has perfected a simple and rapid method of staining, using an aqueous solution of 1 per cent. of Nigrosin, for showing the lipoid capsule in bull spermatozoa. This staining method proves excellent for a general study of the morphology of spermatozoa.

For determining the impregnating power of bull semen, the author recommends the test of resistance of the spermatozoa, and he considers that the staining with Nigrosin should be in regular use in the laboratories engaged on artificial insemination work. G. C.

Station de phytopharmacie de l'état, a Gembloux

Contribution à l'analyse des produits phytopharmaceutiques.

Produits herbicides à base de chlorate de soude

par

J. Henriet.

L'analyse des herbicides à base de chlorate de soude se fait généralement par la méthode classique au sulfate ferreux. Toutefois, lorsqu'on ne dispose pas d'une source d'anhydride carbonique à débit suffisamment élevé et constant, les résultats obtenus sont variables, car une partie du fer ferreux passe à l'état ferrique sous l'action de l'oxygène de l'air.

Une publication de la firme Merck (1) renseigne pour le chlorate de potassium une méthode au trioxyde d'arsenic dont le principe est le suivant :

« Le chlorate oxyde à chaud et en présence d'un catalyseur, un volume connu et en excès de solution titrée de trioxyde d'arsenic suivant l'équation :

$$ClO_3^- + 3\ As^{+++} + 6\ H^+ = Cl^- + 3\ As^{+++++} + 3\ H_2O.$$

L'excès de trioxyde d'arsenic est ensuite déterminé au moyen d'une solution titrée de bromate de potassium.

Nous avons étudié les points essentiels de cette méthode et analysé des produits commerciaux en comparant, d'une part la méthode classique, d'autre part la méthode au trioxyde d'arsenic.

Nous donnons ci-dessous le mode opératoire de la méthode au trioxyde d'arsenic tel que nous l'avons standardisé.

Réactifs : 1) Solution titrée n/10 de trioxyde d'arsenic (4,948 grs par litre).
2) Solution titrée n/10 de bromate de potassium.
3) Acide chlorhydrique dilué (3 + 1).
4) Solution de bromure de potassium à 10 %.
5) Solution d'acide osmique à 0,3 % (catalyseur).
6) Méthylorange à 0,4 ‰ (indicateur).

Recherches subsidiées par l'I. R. S. I. A. dans le cadre du Centre National de Recherches de Phytopharmacie.

Mode opératoire : dans un Erlenmeyer de 300 cc., on prélève 50 cc. de solution titrée n/10 de trioxyde d'arsenic. On y ajoute une prise d'essai contenant au maximum 60 mgs de chlorate de soude, ensuite 20 cc. d'acide chlorhydrique dilué, puis 5 cc. de bromure de potassium à 10 % et 1 cc. de solution d'acide osmique à 0,3 %. On porte au bain-marie à température comprise entre 95-100°, laisse pendant 20 minutes, puis titre à chaud (60-80°) par une solution de bromate de potassium n/10, en utilisant le méthylorange comme indicateur.

Lorsqu'on approche du terme, il est prudent de réchauffer la solution, d'ajouter de nouveau quelques gouttes d'indicateur et de titrer très lentement en agitant continuellement la solution. Soit n le nombre de cc. de $KBrO_3$ nécessaire pour la titration. On effectue dans le même temps un essai à blanc sur 50 cc. de trioxyde d'arsenic n/10. traités dans les mêmes conditions. Soit N le nombre de cc. de $KBrO_3$ nécessaire pour la titration. La différence (N — n) correspond au volume de bromate équivalent au chlorate de la prise d'essai.

1 cc. $KBrO_3$ n/10. = 1,774 mgrs de $NaClO_3$.

Discussion.

La méthode implique l'étude de deux réactions :

a) réaction $ClO_3^- + As^{+++}$ en milieu chlorhydrique.

b) réaction $As^{+++} + BrO_3^-$ en milieu chlorhydrique.

a) *Étude de la réaction* $As^{+++} + BrO_3^-$.

1) Influence de la concentration en acide.

On prélève 25 cc. As_2O_3 n/10. dans un Erlenmeyer de 300 cc., ajoute 10 cc. de KBr à 10 % et des quantités croissantes d'HCl. On chauffe et porte au bain-marie à température réglée à 65°, puis on titre par $KBrO_3$ à la température de 65° en présence de méthylorange.

Tableau 1.

As_2O_3 n/10.	Conc. en HCL (*).	$KBrO_3$	Observations.
25 cc.	10 %	25,025 cc.	
25	16	25,025	
25	22,5	25,0	terme peu net
25	27,5	25,10	terme peu net
25	31	25,35	terme très difficille
25	44	25,30	terme très difficile
25	55	25,60	terme extrêm. difficile
25	60	?	terme impossible à déceler.

(*) La concentration en acide chlorhydrique est donnée en % d'acide chlorhydrique concentré.

Conclusions. On ne peut donc pas dépasser une concentration totale en acide chlorhydrique concentré supérieure à 25 %, pour avoir un terme facilement décelable.

2) Influence de la présence du catalyseur (acide osmique).

Même essai que ci-dessus, mais avec addition de 1 cc. d'acide osmique à 1 %.

TABLEAU 2.

As_2O_3 n/10	Conc. en HCl.	$KBrO_3$.	Observations.
25 cc.	10 %.	24,7 cc.	L'acide osmique donne une
25	16	24,8	coloration jaunâtre qui
25	22,5	24,8	gène légèrement la ti-
25	27,5	24,85	tration.

Conclusions. En présence d'acide osmique, les résultats sont légèrement plus faibles. Ceci nous indique donc qu'il sera nécessaire de faire un essai à blanc lors des déterminations ultérieures, si on utilise de l'acide osmique comme catalyseur.

3) Influence de la température et du temps de réaction.

Au cours de nos essais ultérieurs, nous avons observé que la réaction $As^{+++} + ClO_3^-$ était nettement accélérée lorsqu'on augmentait la température de réaction. Nous avons vérifié si l'augmentation de température ne provoquait pas de pertes en $AsCl_3$.

L'essai a été conduit comme ci-dessus, avec comme facteurs constants :

20 cc. As_2O_3 n/10.
concentration en HCl conc. : 17,5 %.
acide osmique : 1 cc. solution à 1 %.

Les Erlenmeyers étaient placés dans un bain-marie à température constante pendant un temps déterminé.

KBr sol. 10 %.	Durée réaction	Température 65°.		Température 95°.	
		sans ac. osmique.	avec ac. osmique.	sans ac. osmique.	avec ac. osmique.
5 cc.	5 minutes	20 cc.	19,80 cc.	20 cc.	19,70 cc.
10	5	20	19,85	19,95	19,70
5	10	20	19,85	20	19,70
10	10	20	19,85	20	19,75
5	20	20	19,80	19,95	19,70
10	20	20	19,85	20	19,70

N. B. Les résultats sont donnés en nombre de cc. de $KBrO_3$ n/10.

Conclusions. En l'absence d'acide osmique, la température n'a aucune influence. Mais en présence d'acide osmique, la quantité de $KBRO_3$ est légèrement plus faible. Toutefois, pour une même température, les quantités de $KBrO_3$ restent constantes. Ceci prouve une fois de plus, qu'en présence d'acide osmique, un essai à blanc est nécessaire.

4) Influence de la quantité de bromure de potasse.

Comme nous le voyons ci-dessus, la quantité de KBr n'a pas d'influence.

Conclusions générales pour l'équation $As^{-++} + BrO_3^-$.

La titration du trioxyde d'arsenic par le bromate de potasse ne peut s'effectuer avec précision, qu'avec une concentration en HCl de 10 à 20 %. La température n'exerce aucune influence. En présence d'acide osmique, les résultats varient légèrement, d'une part par l'acide osmique lui-même, d'autre part en corrélation avec les changements de température.

b) *Etude de la réaction* $As^{+++} + ClO_3^-$.

1) Influence de la concentration en acide.

Nous savons que pour une bonne titration de As_2O_3 par $KBrO_3$, la concentration en acide chlorhydrique ne doit pas dépasser 20 %. Nous avons donc repris les essais sans dépasser cette concentration limite.

Facteurs constants : 50 cc. As_2O_3 n /10.
5 cc. KBr à 10 %.
15 cc. $NaClO_3$, solution 2 grs /500.
Température : 65°.
Durée de la réaction : 4 heures.
Acide osmique : 1 cc. solution à 1 %.

Concentration HCl.	Pourcentage $NaClO_3$ retrouvé.	
8 %	97,57	94,56
13 %	97,83	99,80
16 %	99,64	99,93
20 %	99,64	99,80

Conclusion. La concentration optima en HCl est donc comprise entre 15 et 20 %.

2) *Influence de la présence du catalyseur.*

Mêmes conditions que ci-dessus.

Conc. en HCl.	Pourcentage de $NaClO_3$ retrouvé.			
	Sans acide osmique		avec acide osmique	
16 %	78,06	84,41	99,64	99,93
20 %	99,49	98,70	99,64	99,80

La présence d'acide osmique rend donc la réaction plus complète. Nous avons également vérifié la quantité d'acide osmique nécessaire pour avoir réaction complète.

Mêmes conditions que ci-dessus, mais la concentration en HCl est de 16 %.

Acide osmique.	Pourcentage de $NaClO_3$ retrouvé.	
1 cc. solut. 1 %.	99,64	99,93
1 cc. » 0,5	99,64	99,93
1 cc. » 0,3	99,52	99,64

Nous avons opéré de même, mais en modifiant la température et la durée de réaction. Température : bain-marie 95°.
Durée réaction : 30 minutes.

Acide osmique	Pourcentage de $NaClO_3$ retrouvé.	
1 cc. solut. 1 %.	99,78	99,72
1 cc. » 0,3	99,70	99,84

Conclusion. On peut donc utiliser comme catalyseur des quantités d'acide osmique aussi faibles que 1 cc. de solution à 0,3 %.

3) Influence de la température et de la durée de réaction.

La température et la durée de réaction jouent un rôle extrêmement important dans l'oxydation du trioxyde d'arsenic par le chlorate de soude.

Comme facteurs constants : 50 cc. As_2O_3 n /10.
5 cc. KBr à 10 %.
15 cc. $NaClO_3$ solut. 2 grs /500.
1 cc. acide osmique à 0,5 %.
Concentration en HCl : 16 %.
Température bain-marie : 65°.

Durée de la réaction.	Pourcentage $NaClO_3$ retrouvé.	
5 minutes.	75,10	74,20
15 »	83,67	85,15
30 »	93,87	92,10
60 »	96,40	96,24
90 »	96,50	96,98
120 »	98,01	99,50
150 »	99,34	98,01
210 »	99,64	99,93
240 »	99,64	99,93

N. B. Pour les 5 derniers essais, la température du bain-marie était de 60°.

Ce tableau nous montre donc que la durée de réaction doit être d'au moins 3 heures, si on opère à 60-65°. Nous avons alors tâché de diminuer cette durée en augmentant la température de réaction.

Mêmes conditions que ci-dessus, mais température du bain-marie maintenue à 95° et acide osmique 1 cc. solut. à 0,3 %.

Durée de la réaction.	Pourcentage $NaClO_3$ retrouvé.		
10 minutes.	99,60	99,45	99,64
20 »	99,60	99,84	99,70
30 »	99,78	99,70	99,52
45 »	99,84	99,70	99,45
60 »	99,84	99,60	99,52

Conclusion. La durée de réaction est très raccourcie lorsqu'on effectue la réaction à température élevée. Déjà après 10 minutes, la réaction est presque totale. Toutefois, comme même après une heure de réaction à 95°, aucune perte d'$AsCl_3$ ne s'est manifestée, nous avon adopté comme durée optimale 20 minutes.

Conclusions générales pour l'équation $As^{+++} + ClO_3^-$.

Tenant compte de l'étude rapportée ci-dessus, nous avons fixé un mode opératoire standardisé, mode opératoire que nous avons décrit au début de ce présent article.

c) *Comparaison de la méthode au trioxyde d'arsenic et de la méthode classique au sulfate ferreux.*

Nous avons comparé ces 2 méthodes en opérant sur des produits commerciaux.

Produits.	Méthode As_2O_3.		Méthode classique.	
$KClO_3$ Pur.	99,96	99,84	99,70	99,70
K. 77	51,15	51,37	51,08	51,22
K. 72	48,56	48,60	48,86	48,49
K. 68	63,57		63,35	
K. 78	99,64		99,50	
K. 58	98,75	98,75	98,31	98,36
K. 71	99,03		98,76	
K. 65	77,02		76,78	
K. 61	76,00		76,04	
K. 53	98,90		99,20	
K. 35	98,90		99,20	
K. 26	18,48		18,85	
K. 60	41,76		41,80	
K. 39	76,97		76,55	

Conclusions. Du point de vue précision, nous pouvons considérer les 2 méthodes équivalentes. Et si, d'une part la méthode au trioxyde d'arsenic a l'avantage de pouvoir être utilisée en présence de l'oxygène de l'air, d'autre part, la perception du terme de la titration est assez malaisée et réclame une

longue habitude de ces déterminations. De plus, la méthode classique possède un second avantage, celui de la rapidité d'exécution.

Remarque. Depuis la fin de cette étude, nous avons eu connaissance d'un travail de BELCHER (2) qui signalait avoir utilisé avec beaucoup de facilités des indicateurs réversibles pour les titrations d'arsenic trivalent par le bromate de potasse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ausgewahlte oxydimetrische Titrationen unter Ersatz oder Einsparung von Jod., p. 14. Merck. Darmstadt (sans date).
2. BELCHER. Reversible indicators for use in $KBrO_3$ titrations. *Anal. Chem. Acta*, III, 578 (1948).

Bijdrage tot de ontleding van phytopharmaceutische producten

Herbicide producten op basis van natriumchloraat

door J. HENRIET,
Station voor Phytopharmacie van de Staat, Gembloers.

Samenvatting.

De huidige mededeling geeft de uitvoeringswijzen van een ontledingsmethode van herbiciden op basis van natriumchloraat.

Het princiep van de methode is als volgt :

Natriumchloraat oxideert in de warmte en in aanwezigheid van een catalysator (osmiumzuur) een gekend volume van een in overmaat getitreerde oplossing van arseen oxide volgens de vergelijking :

$$ClO_3^- + 3\,As^{+++} + 6\,H^+ = Cl^- + 3\,As^{+++++} + 3\,H_2O$$

De overmaat arseen trioxide wordt vervolgens bepaald door een titeroplossing van kaliumbromaat in aanwezigheid van methyloranje als indicator. Schrijver geeft eveneens de ontledingsresultaten te kennen van handelsproducten, bekomen volgens de methode met arseentrioxide en volgens de klassieke methode met ferrosulfaat. J. V.

Beitrag zur analyse phytopharmazeutischer produkte

Unkraut-vertilger (herbicide) mit Natriumchlorat als Grundbestandteil

von J. HENRIET,
Phytopharmazeutische Station, Gembloux.

Zusammenfassung.

Dieser Artikel beschreibt eine Untersuchungsmethode der totalen Unkrautvertilger mit Natriumchlorat ($NaClO_3$).

Das Prinzip ist folgendes :

$NaClO_3$ oxydiert in erhitztem Zustand und in Gegenwart eines Katalysators eine titrierte As^{+++}-Lösung (trioxyde d'arsenic) nach folgender Gleichung :

$$ClO_3^- + 3\ As^{+++} + 6\ H^+ = Cl^- + 3\ As^{+++++} + 3\ H_2O$$

Man wendet ein bekanntes Volumen der As^{+++}-Lösung mit Überschuß an. Der Überschuß an As^{+++} wird bestimmt mit einer titrierten Kaliumbromatlösung in Gegenwart von Methylorange.

Der Autor gibt ebenfalls Resultate über die Analyse verschiedener Handelsprodukte mit dieser Methode sowie mit der klassischen Methode ($FeSO_4$).

N. W.

A contribution to the analysis of pest-control chemicals

Herbicides with sodium chlorate base

by J. HENRIET.

Summary.

The author explains a method for analysing Sodium chlorate herbicides, working on the following principle :

When heated with a catalyser (osmic acid), Sodium chlorate oxidizes a known volume of a titrated solution of arsenic trioxide in excess, in accordance with the equation :

$$ClO_3^- + 3\ As^{+++} + 6\ H^+ = Cl^- + 3\ As^{+++++} + 3\ H_2O.$$

The excess of arsenic trioxide is then determined by means of a titrated solution of potassium bromate, with methyl orange as indicator. The author also mentions results of the analysis of other chemicals, obtained with the arsenic trioxide method and with the classical ferrous sulphate method. G. C.

Institut Agronomique de l'État, a Gembloux
Chaire de Phytotechnie. *Chaire d'Ecologie végétale.*

Contribution à la méthodologie de l'étude de prairies.

Relations entre types de sols et types de prairies dans la région gembloutoise

par

R. Laloux, A. Noirfalise et A. Thill.

Recherches poursuivies sous l'égide de l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture, I. R. S. I. A.

1. Exposé du problème.

Au cours du levé de la carte phytosociologique de Chastre (Planchette 130W du plan d'assemblage de la carte géologique de Belgique), exécuté à l'initiative du Comité de la carte pédologique et des groupements végétaux et sous les auspices de l'I. R. S. I. A., MM. P. Roisin et A. Thill ont rassemblé de nombreuses observations sur la composition et la localisation des prairies permanentes dans le territoire prospecté (Communes de Chastre, Mellery, Gentinnes, Saint-Géry, Hévillers, Cortil-Noirmont, Mont-St-Guibert, Tilly, Court-Saint-Étienne, Villers-la-Ville, Marbais, Nil-St-Vincent, Sombreffe, Grand-Manil et Corroy-le-Château).

La plupart de ces observations se rapportent à des prairies régulièrement pâturées et, dans cette note, nous n'envisagerons que ces dernières ; nous disposons à leur sujet de 1932 observations, correspondant à environ 1100 Ha de surface enherbée, soit un nombre qui nous parait suffisant pour autoriser l'application d'une méthode statistique à l'étude des problèmes qu'elles peuvent poser.

L'analyse phytosociologique de ces parcelles a permis de distinguer un certain nombre de types de prairies qui seront discutés ci-après ; chacun de ces types correspond, comme nous le verrons, à une entité floristique définie et à une amplitude agronomique relativement étroite ; nous entendons par ce dernier terme la variation qui affecte dans un même type les constituants

dominants, que l'on choisit habituellement comme repères pour l'estimation économique des prairies (abondance relative des diverses graminées de base et des trèfles).

Il va sans dire que les types de prairies sont d'autant plus valablement définis qu'ils correspondent à une combinaison relativement stable de ces espèces dominantes. Une variabilité trop large au sein des types leur enlève, en effet, toute valeur discriminatoire sur le plan agronomique. Néanmoins, on ne peut tenir compte en pratique, de toutes les variations mineures qui peuvent nuancer cette valeur, sans compliquer indéfiniment les classifications et les rendre inutilisables.

La composition d'un type de prairie, et la valeur agronomique qui en découle, sont, comme on le sait, la résultante de facteurs naturels (climat, microclimat, qualités intrinsèques du sol) et des facteurs anthropiques (techniques utilisées par le cultivateur dans le traitement de la prairie : amendements, régime des fumures, modalités d'exploitation, soins culturaux). Dans quelle mesure tous ces facteurs sont-ils opérants ? Quelle est la part qui revient aux uns et aux autres dans le déterminisme de la composition botanique d'un type ? La solution de ces questions ouvre une foule de perspectives phytotechniques en ce qui concerne notamment l'appropriation des sols à la praticulture, la dynamique des herbages et leur conduite rationnelle.

La complexité de ces problèmes est telle qu'on ne peut les résoudre que par étapes successives et au prix d'observations nombreuses et prolongées. Elle nécessite aussi une méthodologie rigoureuse, qui doit viser à isoler chaque facteur écologique, dans le but de saisir la juste mesure de son action. Dans ce domaine, la méthode expérimentale est sans doute la plus sûre, mais elle n'est abordable qu'au prix d'une somme énorme de travaux, en raison de la variété des prémices offertes à l'expérimentateur. Les résultats d'une expérience portant sur l'action d'un facteur déterminé ne valent, en effet, que dans les limites du type de prairie et du type de sol délibérément choisis. L'expérience doit être répétée, et elle est susceptible de fournir des résultats différents, lorsque les conditions de départ sont autres ; et l'on sait que celles-ci varient notablement d'une parcelle à l'autre, voire au sein d'une même parcelle.

Nous avons, en ce qui nous concerne, essayé d'aborder le problème par une autre voie. Dans une région naturelle, telle que la Hesbaye gembloutoise, qui offre à la fois toute une gamme de milieux (types de sols et exposition) et des conditions d'exploitation qui diffèrent souvent d'une ferme à l'autre ou même d'une parcelle à l'autre, les divergences qu'on observe dans la composition des prairies résultent à la fois des facteurs naturels et des facteurs anthropiques. Si l'on dispose sur ce sujet d'un grand nombre d'observations on peut tenter de dégager par voie statistique l'incidence possible de ces facteurs sur la composition botanique et la valeur agronomique des herbages ; cette recherche devra procéder par paliers successifs, envisageant tour à tour le facteur sol, le facteur amendement, le facteur fumure, de manière à débrouiller l'écheveau compliqué des actions en cause. De la sorte, on se rendra compte de la mesure

suivant laquelle tel type de prairie est plus étroitement associé à tel type de sol ; puis, dans une étape suivante, on se proposera, par exemple, d'analyser la liaison qui existe entre le facteur amendement et les divers types de prairies susceptibles de coloniser un même sol ; et ainsi, par cascade on passera en revue tous les autres facteurs en envisageant en dernier lieu ceux qui paraissent modifier le moins profondément le milieu.

Dans le cas présent, nous nous limiterons volontairement à un seul aspect de ces problèmes : celui des relations qui existent entre les caractéristiques intrinsèques des sols (types naturels de sol) et la composition botanique des prairies. Les remarques que nous serons amenés à formuler s'appliquent évidemment au territoire envisagé, et par une extension qui nous paraît licite, à l'ensemble de la région limoneuse ; par contre, elles ne sont pas transposables comme telles, à d'autres régions du pays, à climat ou sols différents, pas plus qu'elles ne le sont à des territoires où les techniques praticoles diffèrent fondamentalement de celles qui prévalent dans la Hesbaye gembloutoise. En particulier, dans la région qui nous occupe, l'exploitation dont les prairies sont l'objet tend, plus que dans certaines autres régions du pays, à atténuer la part déterminante du sol dans l'ensemble des conditions qui influencent la composition et la valeur des pâturages; nous verrons que, dans bien des cas toutefois, cette part n'est pas négligeable et qu'on ne peut en faire abstraction ni dans l'expérimentation praticole, ni dans la phytotechnique appliquée. Nous serons d'ailleurs amenés à conclure que, dans les conditions habituelles d'exploitation, chaque type de sol revêt une vocation agricole particulière et impose à la dynamique des herbages des limites parfois difficiles à franchir. En d'autres termes, les perspectives d'amélioration et de dégénérescence des prairies, ni, par conséquent, l'appropriation des techniques culturales, ne sont entièrement indépendantes de la nature du sol.

2. Les types de prairies.

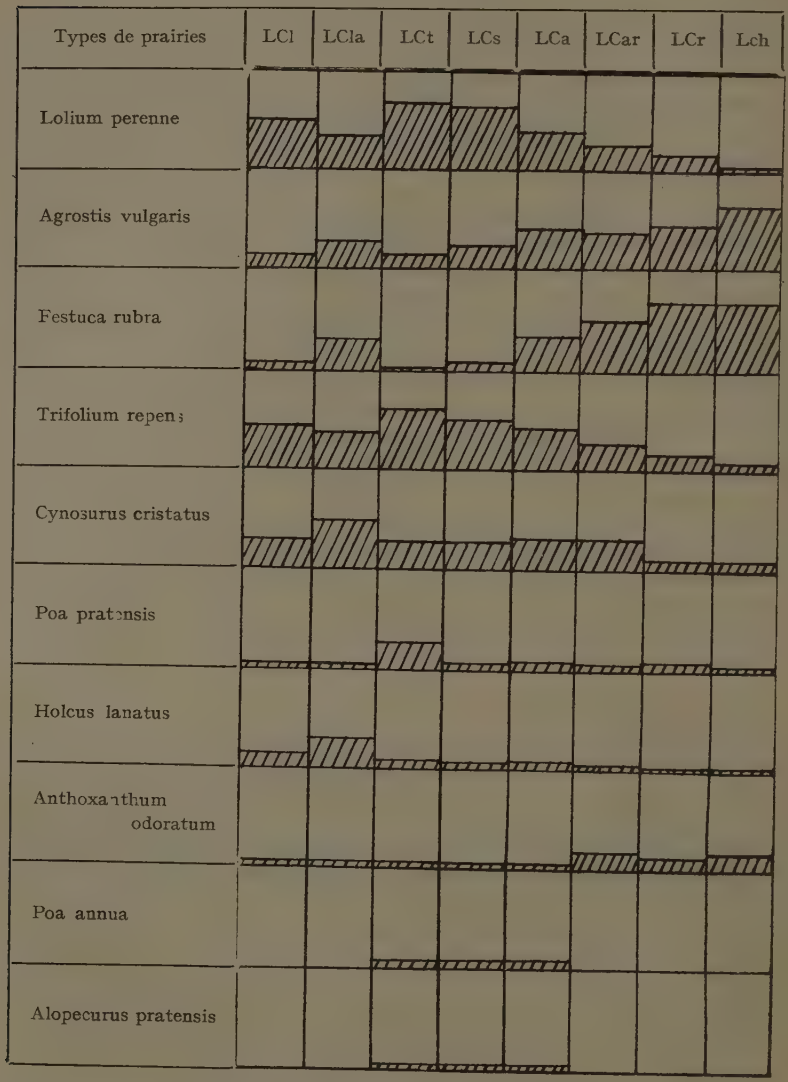
Les prairies permanentes et régulièrement pâturées qui font l'objet de cette note, constituent dans la nomenclature phytosociologique, l'association du *Lolieto-Cynosuretum*. Cette dernière est caractérisée par la combinaison, en proportions variables, de *Lolium perenne, Cynosurus cristatus, Trifolium repens, Festuca rubra, Agrostis vulgaris, Poa pratensis* et *Holcus lanatus. Dactylis glomerata* y est en général peu abondant, de même que *Festuca pratensis* et *Alopecurus pratensis. Ranunculus repens* est partout représenté, spécialement sur les sols frais ; cette espèce est pratiquement absente dans les prairies les plus sèches.

Malgré l'apparente uniformité de l'association, il est aisé de distinguer de multiples variantes, dont chacune constitue un *type de prairie*, doublement caractérisé :

a) sur le plan floristique, par la présence d'espèces appelées *différentielles* du type.

TABLEAU I.

Représentation schématique du facies agronomique des différents types de prairies (1).



(1) Les surfaces hachurées, qui représentent l'importance relative de chaque espèce dans chaque type de prairie, sont proportionnelles à la moyenne des coefficients d'abondance attribués dans les relevés.

b) sur le plan agronomique, par une combinaison particulière et relativement constante d'espèces *dominantes*, sur lesquelles on base traditionnellement la valeur économique de l'herbage (1).

Parmi les types de prairies reconnus au cours du levé cartographique, nous ne retiendrons que ceux pour lesquels nous disposons d'un nombre suffisant d'observations. Ce sont les suivants :

I. *Prairies humides.*

LCl. Prairies des fonds de vallées.

Différentielles botaniques : un groupe important d'espèces hygrophiles, telles que *Cardamine pratensis, Cirsium palustre, Equisetum palustre, Carex hirta, Myosotis palustris, Juncus acutiflorus, Lotus uliginosus, Polygonum mite, Polygonum hydropiper, Ajuga reptans, Lysimachia nummularia, Filipendula Ulmaria, Valeriana officinalis*, etc. Toutes ces espèces sont représentées à l'état disséminé ; elles n'interviennent en masse que dans les marais proprement dits.

Facies agronomique : les espèces dominantes sont *Lolium perenne, Cynosurus cristatus* et *Trifolium repens. Holcus lanatus* est assez bien représenté ; *Alopecurus pratensis, Festuca rubra, Agrostis vulgaris, Dactylis glomerata* et *Poa pratensis* sont très peu représentés. Dans ce type de prairie, *Ranunculus repens* est généralement abondant.

LCla. Même distribution que LCl.

Différentielles botaniques : comme ci-dessus. En outre, présence de *Hypochoeris radicata, Plantago lanceolata et Ranunculus acris.*

Facies agronomique : Diffère du type précédent par une plus grande abondance de *Festuca rubra* et *Agrostis vulgaris*, et par une diminution de *Trifolium repens.*

II. *Prairies de bonne qualité.*

LCt. Prairies dont l'optimum se situe sur colluvions limoneuses fraîches.

Différentielles botaniques : Pas de groupe différentiel propre. *Bellis perennis* s'y révèle souvent plus abondant qu'ailleurs ; *Achillea millefolium* est pratiquement absent.

Facies agronomique : optimum de *Lolium perenne* ; grande abondance de *Trifolium repens, Cynosurus cristatus* et *Poa pratensis.* Espèces peu abondantes : *Holcus lanatus* et *Dactylis glomerata.* Espèces très peu représentées : *Agrostis vulgaris* et surtout *Festuca rubra.*

Dans ce type, on trouve régulièrement *Poa annua.*

(1) Consulter notamment sur ce point les travaux de Stapledon et Davies, en Angleterre, de De Vries, en Hollande.

LCs. Prairies dont l'optimum est lié à la présence d'un horizon de terre à brique.

Différentielles botaniques : Diffère du LCt. par une plus grande abondance d'*Achillea millefolium.*

Facies agronomique : Voisin du LCt. mais *Festuca rubra* et *Agrostis vulgaris* sont légèrement plus abondants.

III. *Prairies moins fertiles.*

LCa. Prairies dont l'optimum se situe sur colluvions limoneuses relativement sèches.

Différentielles botaniques : Abondance de *Achillea millefolium.* Présence sporadique de *Polygonum aviculare, Hypochoeris radicata* et *Trifolium minus. Festuca pratensis* y semble plus abondant qu'ailleurs.

Facies agronomique : Dominance partagée de *Agrostis vulgaris, Lolium perenne, Festuca rubra* et *Trifolium repens.* Sont en outre abondants, soit *Cynosurus cristatus,* soit *Poa pratensis.* Sont faiblement représentés : *Holcus lanatus, Dactylis glomerata, Festuca pratensis.* Présence éventuelle de *Poa annua.*

LCar. Trouve son optimum sur des sols plus sablonneux.

Différentielles botaniques : Présence d'un groupe bien représenté, comprenant *Achillea millefolium, Hypochoeris radicata, Daucus carota* et d'une manière plus sporadique : *Luzula campestris.*

Facies agronomique : Dominance de *Festuca rubra* et *Cynosurus cristatus. Agrostis vulgaris, Lolium perenne* et surtout *Trifolium repens* sont moins abondants. *Anthoxanthum odoratum* y atteint souvent une certaine abondance.

Sont faiblement représentés : *Holcus lanatus, Dactylis glomerata* et *Poa pratensis.*

LCr. Même distribution générale que LCa. et LCar.

Différentielles botaniques. Comme LCar., mais on y trouve en plus *Lotus corniculatus.* Absence presque complète de *Ranunculus repens* et *Bellis perennis.*

Facies agronomique : Apparenté au précédent mais avec une dominance beaucoup plus nette de *Festuca rubra* et *Agrostis vulgaris. Lolium perenne* tend à diminuer.

LCh. Type lié aux sols sablonneux, à forte pente et peu améliorés, surtout à l'exposition sud.

Différentielles botaniques : Diffère du type LCr. par la présence de *Hieracium pilosella* et *Festuca ovina. Chrysanthemum Leucanthemum* y est assez abondant.

Facies agronomique : Dominance presque exclusive de *Festuca rubra* et *Agrostis vulgaris.* Absence pratiquement complète de *Lolium perenne, Cynosurus cristatus, Holcus lanatus, Dactylis glomerata* et *Poa pratensis.*

Anthoxanthum adoratum y est relativement abondant.

Dans le tableau I, nous avons schématisé les facies agronomiques, c'est-à-dire l'abondance relative des différentes espèces de base, intervenant dans la composition des différents types de prairies.

3. Les types de sols.

Parmi les types de sols reconnus dans la planchette de Chastre, et qui ont fait l'objet d'un levé cartographique, nous ne retiendrons que ceux pour lesquels nous disposons de données phytosociologiques relatives aux prairies. Ces types sont les suivants (1).

I. Sols de limon loessique

A. Profils forestiers sur loess supérieur sableux ..... *Type* (2) 12

B. Terre à briques en affleurement

a. reposant sur ergeron supérieur ..... *Type* 13

b. reposant sur sable ..... *Type* 15

Terre à briques tronquée, reposant sur ergeron supérieur .... *Type* 14

C. Colluvions loessiques reposant sur terre à briques

a. Horizon de terre à briques débutant entre 30 et 60 cm. .. *Type* 17

b. » » à plus de 60 cm. .. *Type* 16

D. Colluvions loessiques

a. reposant sur ergeron supérieur ..... *Type* 18

b. reposant sur ergeron inférieur ..... *Type* 10

c. sur toute l'épaisseur du sondage,

— sans gley ..... *Type* 11

— avec gley débutant entre 60 cm. et 1 m. ..... *Type* 9

— avec gley débutant entre 30 et 60 cm. ..... *Type* 8

— avec gley débutant à moins de 30 cm. ..... *Type* 7

II. Colluvions mixtes

A. Sur sous-sol perméable

a. débutant entre 30 cm. et 1 m. ..... *Type* 20

b. débutant à plus de 1 m. de profondeur ..... *Type* 21

B. Sur sous-sol peu perméable

a. débutant entre 30 et 60 cm. ..... *Type* 22

b. débutant à plus de 60 cm. ..... *Type* 19

D. Sur dépôts de fonds de vallée

a. débutant entre 30 et 60 cm.

— gley à moins de 30 cm. ..... *Type* 2

— gley entre 30 et 60 cm. ..... *Type* 5

b. débutant au delà de 60 cm.

— gley à moins de 30 cm. ..... *Type* 3

— gley entre 30 et 60 cm. ..... *Type* 6

(1) Nous empruntons ces données pédologiques à G. Manil et A. Pecrot, *La Cartographie pédologique de la région de Gembloux*. Comptes-Rendus de Recherches. I.R.S.I.A., n° 4, août 1950. Nous remercions M. Pecrot des renseignements complémentaires qu'il a bien voulu nous fournir au sujet de la planchette de Chastre.

(2) Pour la simplification de l'exposé, nous appelons « type » de sol ce qui correspond soit aux types ou aux sous-types des classifications pédologiques.

III. Affleurements du substrat

A. Roche perméable (Sables bruxelliens) ..... *Type* 23.

B. Dépôts de fonds de vallée

— gley à moins de 30 cm. ..... *Type* 1

— gley compris entre 30 et 60 cm. ..... *Type* 4

Ces types sont repris sous les mêmes numéros dans les Tableaux II et III ci-après.

4. Analyse statistique des données.

Comme nous l'annoncions ci-dessus, nous nous sommes attachés à rechercher l'existence éventuelle d'une liaison entre la répartition des types de sol et des types de prairies, dans le but de dégager l'influence du facteur édaphique sur la composition botanique des herbages.

En utilisant conjointement les données de la carte pédologique (points de sondage) et de la carte phytosociologique, nous avons pu établir le tableau II dans lequel nous indiquons pour chaque type de sol, la dispersion des types de prairies observés (Nombre de cas observés = No).

Ce tableau, où sont mises en comparaison deux séries de données ayant un caractère qualitatif, constitue, comme on sait, une « table de contingence » que nous avons soumise à l'épreuve d'indépendance par la méthode de calcul basée sur le χ^2 (1). La méthode consiste à calculer tout d'abord le nombre de fréquences théoriques (Nt) que l'on porte dans chaque case, en regard des fréquences observées (No). Ensuite, on détermine le nombre χ^2 de Pearson. En l'occurrence, le nombre de degrés de liberté (k) étant supérieur à 30, on se base, pour l'interprétation statistique du tableau, sur le fait que, suivant les auteurs, (2) la variable $X = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2k - 1}$ suit approximativement la loi de Gauss réduite, et permet l'application de la table de la fonction P(x).

La valeur de $X = 32{,}1$ que nous avons obtenue pour le tableau II permet de rejeter l'hypothèse d'indépendance (3) et, au contraire, d'affirmer qu'il y a une liaison nette entre les deux séries confrontées : types de prairies et types de sol.

Pour dégager la signification de cette liaison, il y a lieu d'examiner en particulier chaque case du tableau, et plus spécialement celles dans lesquelles la contribution au nombre χ^2 est relativement élevée. Nous concluons à une

(1) Nous remercions M. Teghem, Professeur de Mathématiques à l'Institut Agronomique de Gembloux, d'avoir bien voulu nous indiquer les possibilités d'application de cette méthode au cas présent.

(2) Consulter : A. Vessereau, *Méthodes statistiques en biologie et en Agronomie*. Baillière, Paris 1948.

Lamotte, *Introduction à la biologie quantitative*. Masson, Paris, 1948.

(3) En effet, il suffit, d'après les tables, que x dépasse 1,645 ou pour que, au seuil de probabilité respectif P = 0,05, on ne puisse rejeter l'hypothèse d'indépendance.

liaison positive (marquée par le signe +), lorsque les fréquences observées (No) sont plus élevées que les fréquences théoriques calculées (Nt), et à une liaison négative dans le cas inverse.

Dans le tableau III, nous n'avons repris que certains types de prairies, en excluant les prairies humides qui, à priori, sont en liaison étroite et manifeste avec le sol et qui présentent dans le tableau II une contribution très élevée au nombre χ^2. Nous avons soumis ces types de prairies, par la même méthode, à l'épreuve d'indépendance. Dans ce cas encore, nous constatons qu'une liaison tout à fait significative et nette se dégage des calculs.

5. Interprétation des résultats.

L'interprétation (1) des tableaux II et III, conduit à une première conclusion, à savoir l'existence d'une affinité manifeste entre les types de prairies et certains groupes de sols. On ne peut donc affirmer que le facteur pédologique ne joue qu'un rôle accessoire au point de vue de la composition botanique des herbages, ni par conséquent au point de vue de leur valeur agronomique.

1) LCl. Ce type domine sur tous les sols à gley relativement superficiel, quelle que soit leur origine pédogénétique. Il s'agit toujours de dépôts de fonds de vallées, couverts ou non de colluvions loessiques.

Notons toutefois qu'on retrouve cette prairie sur des sols apparemment plus secs ; cette coïncidence peut résulter pour une part d'erreurs ou d'imprécisions cartographiques, mais il n'est pas exclu que certains sols des types 9, 11 et 16 présentent localement des particularités hydrologiques, dues par exemple à un défaut de structure, au tassement ou à toute autre cause fortuite, et qui retentissent d'une manière inattendue sur la végétation.

2) LCla. Ce type présente pratiquement la même dispersion que LCl, auquel il est donc génétiquement lié. La substitution de LCla à LCl ou inversement ne trouve pas son origine dans le facteur sol ; certaines indications que nous possédons nous permettent de supposer que, sur ce point, les fumures et les amendements sont en cause.

3) LCt. Ce type de prairie se localise d'une manière prépondérante sur les colluvions loessiques épaisses (types, 8, 9, 10, 11) et sur les limons à profil forestier (type 12). Il manifeste un second optimum, moins accusé, sur les colluvions et alluvions fraîches (types 4, 5, 6, 7) c'est-à-dire des sols à gley compris entre 30 et 60 cm et qui portent plus généralement le type de prairie LCl. Ces derniers sols se comportent donc d'une manière bivalente, c'est-à-dire

(1) Dans cette interprétation, nous n'avons pas tenu compte des cas pour lesquels le nombre d'observations est trop peu élevé (au sujet desquels les erreurs possibles peuvent intervenir pour une trop grande part) ni des cas pour lesquels la valeur de χ_2 est relativement faible.

Tableau II.

Types de sols / Types de prairies		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
			λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ
L Cl	N_o	72	+	12	+	3	+	10	+	9	+	4	+	32	+	30	+	9		1		8		0	
	N_t	10,9	342,49	1,7	62,4	1,1	3,28	2	32,0	2	24,5	1,5	4,16	8	72,0	16,5	11,01	9,2	0,00	1,2	0,03	50	35,2	3,6	3,6
L Cl a	N_o	3	+	1	+	0		1	+	1	+	0		4	+	0		0		0		1		0	
	N_t	0,8	6,05	0,1	8,1	0,1	0,1	0,1	8,1	0,1	8,1	0,1	0,1	0,6	19,26	1,2	1,2	0,7	0,7	0,1	0,1	3,6	1,87	0,3	0,3
L Ct	N_o	21		4		3		9	+	8	+	8	+	29	+	69	+	47	+	7	+	171	+	16	+
	N_t	33	4,34	5,2	0,27	3,3	0,03	6,1	1,37	6,1	0,59	4,6	2,51	24,1	0,99	50,1	7,12	27,8	13,26	3,7	2,94	151,1	2,62	11	2,27
L Cs	N_o	4		0		2		0		1		0		1		25		15		2		112		8	
	N_t	24,1	16,76	3,8	3,8	2,5	0,1	4,5	4,5	4,5	2,72	3,3	3,3	17,6	15,65	36,6	3,67	20,3	1,38	2,7	0,18	110,4	0,02	8	0,0
L Ca	N_o	7		0		2		0		0		3		11		28		13		2		141	+	9	
	N_t	25,4	13,32	4	4	2,6	0,13	4,7	4,7	4,7	4,7	3,5	0,07	18,6	3,11	38,6	2,91	21,4	3,29	2,8	0,22	11,66	5,1	8,5	0,03
L Car	N_o	1		0		0		0		1		0		2		10		5		0		50	+	0	
	N_t	9,7	7,80	1,5	1,50	1	1	1,8	1,8	1,8	0,36	1,3	1,3	7,1	3,66	14,7	1,5	8,1	1,18	1,1	1,1	44,3	0,73	3,2	3,2
L Cr	N_o	0		0		0		0		0		0		0		2		0		0		11		3	
	N_t	3	3	0,5	0,50	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	2,2	2,2	4,6	1,47	2,5	0,1	0,3	0,3	13,8	0,56	1	4
L Ch	N_o	0		0		1		0		0		0		0		0		0		0		1		0	
	N_t	1,1	1,1	0,2	0,20	0,1	8,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	1,7	1,7	0,9	0,9	0,1	0,1	5,1	3,29	0,4	0,4
Total des cas observés No. c.		108		17		11		20		20		15		79		164		91		12		495		3	
Total à λ			394,86		80,77		13,04		53,27		41,77		12,04		117,67		30,61		20,81		4,97		49,39		13,80

Types de sols / Types de prairies		13	λ	14	λ	15	λ	16	λ	17	λ	18	λ	19	λ	20	λ	21	λ	22	λ	23	λ	Total des cas observés (rangées) No.r.	χ^2
L Cl	N_o	0		0		0		2		0		0		0		0		0		0		3		195	
	N_t	17.4	17.4	1	1	0.8	0.8	12.8	9.11	19.8	19.8	4	4	1.4	1.4	17.5	17,5	2,2	2,2	2,4	2,4	7,9	3,03		
L Cla	N_o	0		0		0		2		0		0		0		1		0		0		0		14	
	N_t	1,2	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	1,34	1,4	1,4	0,3	0,3	0,1	0,1	1,2	0,03	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6		
L C_t	N_o	51		1		2		31		57		9		0		25		7		6		9		590	
	N_t	52,5	0,04	3,1	1,42	2,4	0,07	38,8	1,57	59,8	0,13	12,2	0,83	4,3	4,3	52,8	14,63	6,7	0,01	7,3	0,23	23,8	9,2		
L Cs	N_o	63	+	4	+	3	+	51	+	65	+	13	+	3		38		6		4		11		431	
	N_t	38,4	15,75	2,2	1,47	1,8	0,8	28,3	18,2	43,7	10,38	8,9	1,88	3,1	0,0	38,6	0,00	4,9	0,24	5,4	0,36	17,4	2,35		
L Ca	N_o	39		3		3		35		54		13	+	9	+	56	+	2		6		19		455	
	N_t	40,5	0,05	2,4	0,15	1,9	0,63	29,9	0,86	46,2	1,31	9,4	1,38	3,3	9,84	40,7	5,75	5,2	1,96	5,7	0,02	18,4	0,02		
L Car	N_o	15		1		0		5		16		4		1		29	+	4		5	+	24	+	173	
	N_t	15,4	0,01	0,9	0,01	0,7	0,7	11,4	3,59	17,5	0,12	3,6	0,04	1,3	0,07	15,5	11,75	2	2	2,1	3,82	7	41,28		
L Cr	N_o	4		0		0		1		3		1		0		16	+	2		0		9	+	54	
	N_t	4,8	0,13	0,3	0,3	0,2	0,2	3,5	1,78	5,5	1,14	1,1	0,01	0,4	0,4	4,8	26,13	0,6	3,26	0,7	0,7	2,2	21,01		
L Ch	N_o	0		1		0		0		1		0		1		8	+	1		3		3		20	
	N_t	1,8	1,8	0,1	8,1	0,1	0,1	1,3	1,3	2	0,5	0,4	0,4	0,1	8,1	1,8	21,35	0,2	3.2	0,2	39,2	0,8	6,05		
Total des cas observ. N.o.c.		172		10		8		127		196		40		14		173		22		24		78		1932	
Total à λ.			36,38		12,55		3,40		37,75		34,78		8,84		24,21		97,14		13,07		46,93		83,55		1231.60

$N_t = \dfrac{\text{No.c.} \times \text{No.r.}}{\text{total des cas}}$. $\quad \chi^2 = \Sigma \dfrac{(\text{N.o.} - \text{N.t.})^2}{\text{Nt.}} = \Sigma\lambda$. $\quad$ K. = nombre de degrés de liberté. $= 22 \times 7 = 154$.

$X = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2k - 1} = \sqrt{2 \times 1231.6} - \sqrt{2 \times 154 - 1}.$
$= \sqrt{2463,2} - \sqrt{307}. = 49,6 - 17,5 = \mathbf{32.1}.$

TABLEAU III.

Types de sol		1		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
Types de prairies		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ		λ	
L C_f	N_o	21	+	3	+	9	+	8	+	8	+	29	+	69	+	45	+	7	+	165	+	15	+	51	
	N_f	11,6	7,41	2,5	0,10	3,2	10,51	3,5	5,78	3,9	4,31	15,1	12,79	46,5	10,88	27,5	11,13	3,9	2,46	164,8	0,01	11,3	1,21	59,2	1,13
L Cs	N^o	4		2		0		1		0		1		25		15		2		112		8		63	+
	N_f	8,7	2,54	1,8	0,02	2,4	2,4	2,6	0,98	2,9	2,90	11,3	9,38	34,8	2,75	20,6	1,52	2,9	0,27	123,4	1,05	8,4	0,02	44,3	8,76
L Ca	N_o	7		2		0		0		3		11		28		13		2		141	+	9		39	
	N_f	9,2	0,48	1,9	0,00	2,5	2,5	2,8	2,80	3	0,0	12	0,08	36,7	2,06	21,7	3,48	3	0,33	130,2	0,90	8,9	0,0	46,7	1,26
L Car	N_o	1		0		0		1		0		2		10		5		0		50		0		15	
	N_f	3,5	1,78	0,7	0,70	1	1,0	1	0,0	1,2	1,2	4,6	1,46	14	1,14	8,3	1,31	1,2	1,2	49,5	0,01	3,4	3,4	17,7	0,44
Total des cas observés No. c.		33		7		9		10		11		43		132		78		11		468		32		168	
Total λ			12,41		0,82		16,41		9,56		8,41		23,71		16,83		17,44		4,26		1,97		4,63		11,59

Types de sol / Types de prairies		14	λ	15	λ	16	λ	17	λ	18	λ	19	λ	20	λ	21	λ	22	λ	23	λ	Total des cas observés (rangées) Nor.	χ^2
LC$_t$	N_o	1		2		31		57		9		—		25		7		6		8		576	
	N_t	3,2	1,51	2,8	0,22	43	3,34	67,6	1,66	13,8	1,67	4,6	4,60	52,1	14,10	6,7	0,01	7,4	0,26	21,8	8,73		
LCs	N_o	4	+	3	+	51	+	65	+	13	+	3		38		6		4		11		431	
	N_t	2,4	1,06	2,1	0,38	32,2	10,97	50,6	4,09	10,3	0,71	3,4	0,05	39	0,03	5	0,20	5,5	0,41	16,3	1,72		
L Ca	N_o	3		3		35		54		13	+	9	+	56	+	2		6		19	+	455	
	N_t	2,5	0,1	2,2	0,29	33,9	0,04	53,4	0,01	10,9	0,40	3,6	8,1	41,2	5,31	5,3	2,05	5,8	0,01	17,3	0,16		
L Car	N_o	1		0		5		16		4		1		29	+	4		5	+	24	+	173	
	N_t	1	0,0	0,8	0,80	12,9	4,83	20,3	0,91	4,1	0,01	1,4	0,11	15,7	11,26	2	2	2,2	3,56	6,6	45,87		
Total des cas observés N.o.c.		9		8		122		192		39		13		148		19		21		62		1635	
Total λ			2,67		1,69		19,18		6,67		2,79		12,86		30,70		4,26		4,24		56,48		269.48

k = nombre de degrés de liberté = 3 × 21 = 63 $\qquad \chi = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2k-1} = \sqrt{538{,}96} - \sqrt{125} = 23{,}2 - 11{,}2 = 12.$

tantôt comme substrats plus humides, tantôt comme substrats plus secs. Dès lors, on peut se demander si la limite discriminatoire du gley à 60 cm est significative au point de vue praticole et s'il n'y aurait pas lieu de reporter cette limite vers 45-50 cm.

En dehors de ces optima, la prairie LCt se retrouve à peu de chose près sur tous les types de sols, mais sans manifester à leur égard une affinité positive. Le facteur sol est donc impuissant à justifier ce comportement et il faudra, en l'occurrence, en rechercher la cause dans les autres facteurs du milieu. Le tableau II montre que cette prairie peut même coloniser des sols manifestement plus pauvres et plus secs (Types 20, 21, 22, 23) et, selon toute vraisemblance, à la suite d'un traitement fortement améliorant. De même, la présence de LCt sur les sols humides, normalement dévolus au LCl, et l'affinité qu'il montre pour les sols du même groupe mais à gley plus profond, indiquent qu'un drainage efficace, pour autant qu'il puisse être réalisé, conduit tout naturellement sans autre modification sensible du traitement à l'installation du type LCt que nous présumons représenter la prairie la plus riche.

4) LCs. manifeste un optimum très net sur les types de sols 13, 14, 15, 16 et 17, caractérisés tous par la présence d'un niveau de terre à briques. Toutefois, on peut retrouver ce type de prairie sur les divers autres sols, sans qu'il y ait de contingence positive. Au point de vue de son extension, LCs se comporte donc sensiblement comme LCt, dont il constitue d'ailleurs un type très voisin, notamment en ce qui concerne sa valeur agronomique.

5) LCa. La dispersion de cette prairie en fonction du sol manifeste un premier optimum sur les types 18, 19 et 20, caractérisés par des colluvions généralement plus sablonneuses, ou encore limoneuses mais reposant sur sous-scl sableux. Il s'agit donc de sols moins rétentifs en eau, voire relativement secs, et la prairie qui leur correspond est de moindre valeur. Il est à noter toutefois que cette prairie se rencontre sur des sols généralement dévolus au LCt et LCs, auxquels elle paraît se substituer par suite d'une déficience probable du traitement.

A l'inverse, un traitement adéquat permet d'induire le type LCa sur les sols les plus pauvres, tel que le type 23, qui portent naturellement des prairies plus médiocres que nous envisageons ci-après.

Le sol du type 11, sur lequel on observe à la fois un optimum de LCa, LCar et LCt (voir tableau II) pose un problème particulier. La simultanéité de contingences positives pour des prairies aussi différentes, laisse supposer que le sol du type 11 n'est pas homogène et qu'il offre probablement des variantes plus limoneuses et plus sablonneuses.

Le sol du type 18 montre lui aussi des affinités avec LCs et LCa et paraît également se comporter d'une manière polyvalente, pour des raisons que nous ignorons.

6) LCar. Cette prairie est surtout représentée sur les sables en affleurement (Type 23) et secondairement sur les colluvions à sous-sol permeable ou peu perméable débutant entre 30 cm et 1 m (types 20 et 22). Sur tous les autres sols

où elle se rencontre et avec lesquels elle ne montre d'ailleurs pas d'affinité particulière, elle résulte certainement d'une déficience du traitement.

Une mention spéciale doit être faite à propos du sol du type 20, auquel correspond à la fois un optimum de LCa et de LCar. Il est probable que la ségrégation des deux types soit en rapport avec la profondeur de l'horizon du sous-sol sablonneux, débutant, comme on le sait, entre 30 cm et 1 m. Au point de vue praticole, ce sol paraît donc bivalent et il doit exister une limite discriminatoire et écologiquement significative pour l'horizon sableux, comprise entre ces deux extrêmes.

7) LCr. L'examen des tableaux II et III, dont les données sont corroborées par une étude statistique analogue, limitée aux types de sols 20 et 23 et aux prairies LCa, LCar et LCr montre que la prairie LCr se comporte tantôt comme LCa, plus souvent comme LCar, et qu'elle ne s'individualise pas sur le plan pédologique par rapport à ces dernières. Son existence doit s'expliquer par des facteurs non-édaphiques ; elle constitue au demeurant un type de prairie plus pauvre que LCar et à fortiori, que LCa.

8) LCh. Le nombre d'observations ne nous semble pas suffisamment élevé pour permettre une interprétation valable. Ce type de prairie, extrêmement pauvre et très peu améliorée, se cantonne d'ailleurs principalement sur les sables remaniés, type de sol non repris au tableau.

6. Conclusions.

Les considérations qui précèdent nous amènent à formuler en guise de conclusions, les remarques suivantes :

1) L'analyse phytosociologique des herbages dans le territoire considéré, permet de distinguer divers types de prairies caractérisés par une composition botanique relativement constante, et partant, une valeur agronomique assez bien définie.

Chacune de ces prairies offre un mode de dispersion particulier en fonction des types de sols, ce qui constitue, à nos yeux, une preuve que les bases adoptées dans la région, pour définir les types de prairies et les types de sols sont valables tant sur le plan écologique qu'agronomique.

Toutefois, ceci n'exclut pas que l'application de notre méthode à l'analyse successive des autres facteurs qui conditionnent la valeur des herbages, ne nous amène à subdiviser certains types de prairies en variantes mineures ; cette éventualité ne modifiera en rien la conception des types fondamentaux tels qu'ils sont définis dans ce travail.

2) Du point de vue agronomique, il apparaît que, dans les conditions habituelles d'exploitation, chaque type de sol manifeste une vocation praticole particulière et qu'il est naturellement plus ou moins approprié à tel ou tel type de prairie. Néanmoins, il est tout aussi manifeste que, dans certaines limites, un type de prairie peut être induit par un traitement suffisamment

efficient, sur des sols qui ne lui sont pas naturellement appropriés. En définitive, la question se pose de savoir si un tel traitement reste économique.

3) Les prairies du type que nous présumons être le meilleur dans la région (LCt), se développent le plus facilement sur les alluvions bien drainées et les colluvions limoneuses fraîches et suffisamment épaisses, ainsi que sur les limons à profil forestier.

4) La méthode utilisée dans ce travail nous a permis, en ce qui concerne les prairies, de tracer la limite entre l'influence sol et celle des pratiques culturales. L'analyse de ces dernières ne peut être conçue que lorsque cette discrimination préalable a été faite ; en ce sens, on peut dire que l'étude phytosociologique et l'étude pédologique, ainsi que la confrontation de leurs données, constituent des prémices indispensables à toute étude phytotechnique des prairies. Il en est probablement de même aussi pour les cultures.

5) Pour pouvoir appliquer notre méthode aux problèmes phytotechniques, il serait indispensable de disposer également de nombreuses données relatives aux traitements appliqués aux prairies qui font l'objet d'une cartographie phytosociologique et pédologique.

6) L'expérimentation en matière de praticulture pourra utilement compléter et vérifier les données acquises par l'analyse statistique telle que nous la concevons.

Gembloux, décembre 1950.

Bijdrage tot de Methoden voor de Navorsing der weiden. Betrekkingen tussen typen van gronden en typen van weiden

van R. Laloux, A. Noirfalise *and* A. Thill.

Samenvatting.

Schrijvers bestuderen, op basis der pedologische en phytosociologische gegevens, de betrekkingen tussen de typen van weiden en de typen van gronden, in een sector van de streek van Gembloers. Ze gebruiken een statistiekenmethode welke hun toelaat de invloed van de bodem op de botanische samenstelling en de agronomische waarde der weiden na te gaan.

Beitrag zu den Untersuchungsmethoden zur Wiesenbestimmung. Beziehungen zwischen den Boden- und Wiesentypen in der Gegend von Gembloux

von R. Laloux, A. Noirfalise *und* A. Thill

Die Autoren untersuchen in der Gegend von Gembloux die Beziehungen zwischen den verschiedenen Wiesenarten und Bodenklassen vom pedologischen und phytosoziologischen Standpunkt aus betrachtet. Sie bedienen sich einer statistischen Methode, die es ihnen ermöglicht, den Einfluß des Bodens auf die botanische Zusammensetzung und die landwirtschaftliche Wert der Wiesen zu bestimmen.

A contribution to methods for grass-land investigation. Relations between soil types and grass-land types

by R. Laloux, A. Noirfalise *and* A. Thill.

Summary.

The writers examine, on the basis of pedological and phytosociological data, the reactions between grass-land types and soil types in an area in the Gembloux district.

They use a statistical method which enables them to bring out the influence of the soil on the botanical composition and agricultural value of the grass-land.

G. C.

Institut Agronomique de l'État, a Gembloux
Chaire de Biométrie.

Exposé élémentaire de la notion de « probit »

par

L. Martin

1. Introduction :

La notion de probit doit être comprise et manipulée par bon nombre de chercheurs travaillant les essais biologiques. Ces chercheurs, ingénieurs agronomes ou gradués d'Universités tels que médecins, vétérinaires, chimistes, pharmaciens, sont assistés par des techniciens qualifiés. Ceux-ci doivent être mis à même de comprendre les notions qu'ils emploient dans la présentation et l'élaboration numérique des résultats d'essais biologiques.

Il nous paraît donc utile de présenter, d'une façon élémentaire, la notion de probit, et ce, d'autant plus que nous avons pu voir déjà des chercheurs diplômés d'enseignement supérieur qui tombaient en arrêt devant cette notion, que finalement, ils saisissaient parfaitement après un commentaire plus ou moins long.

C'est en partant d'un cas simple que nous allons exposer la notion de probit, nous rappelant qu'il y a quelques années, le professeur G. Bouligand — grand amateur de méthodes directes — nous disait : « il est heureux et profitable de rencontrer et de traiter un bon petit cas particulier ».

C'est ce que nous allons tenter de faire ici, avec l'espoir que ce travail fournira quelqu'aide au développement de l'éducation biométrique prôné par Bartlett (1949) et de l'éducation statistique recommandée par l'Institut International de Statistique (1949).

2. Rappel de notions statistiques :

Rappelons quelques notions importantes en nous basant sur un exemple idéalisé. (fig. 1).

Soit un échantillon de N = 80 feuilles ; mesurons la longueur de chacun des

individus ; on constate que celle-ci varie entre 2 et 8 cm. d'où un intervalle de variation (« range ») de $8 - 2 = 6$ cm. Cet intervalle est divisé en $n = 7$ classes X_i entières, ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$). On a $X_1 = 2$ cm, $X_2 = 3$ cm., ...$X_7 = 8$ cm. On dénombre la fréquence absolue fi des feuilles réparties dans la classe

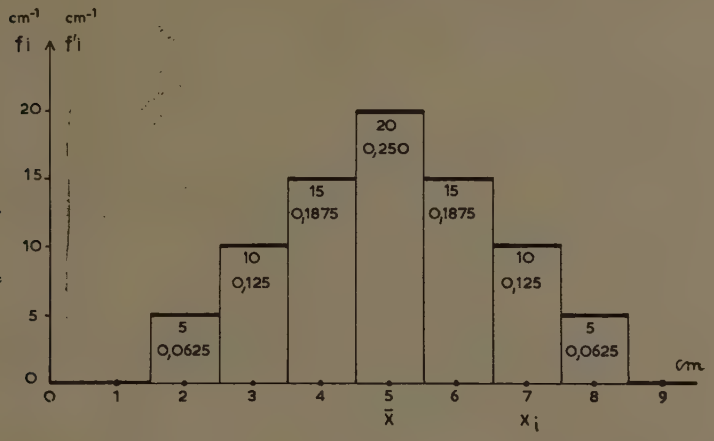


FIG. 1.

de centre X_i. Par exemple, dans la classe de centre $X_4 = 5$ cm. on a $f_4 = 20$ feuilles. Ce nombre $f_4 = 20$ est un nombre pur, sans dimension physique. Il ne représente, ni tant de cm ni tant de g., mais simplement un nombre de feuilles.

Ce nombre pur 20 est représenté graphiquement par l'aire d'un rectangle de base 1 cm. centrée sur $X_4 = 5$ cm. et de hauteur $y_4 = \dfrac{20}{1 \text{ cm}} = 20 \text{ cm}^{-1}$.

Il en va de même pour chacun des rectangles centrés sur les autres X_i, ce qui justifie la cotation de l'axe des ordonneurs en cm^{-1}. Un tel assemblage de rectangles dont les aires représentent respectivement les fréquences absolues fi répondant à chaque X_i est un histogramme (fig. 1).

En divisant chaque fréquence absolue fi par $N = \Sigma\, fi$, on a introduit les fréquences relatives en fraction de N, soit :

$$f'_i = \frac{fi}{N} \qquad (1)$$

avec la condition

$$\sum_{i=1}^{n} f'_i = 1 \qquad (2)$$

Les f'_i sont inscrites sous les fi dans chaque rectangle de l'histogramme. De même que les fi, les f'_i sont des nombres purs.

Si les feuilles ont été choisies au hasard lors de l'échantillonage, on peut poser que chacune d'elles a une égale possibilité à priori de tomber dans l'une ou l'autre des classes X_i. Comme toutes les feuilles de l'échantillon tombent, effectivement, dans les classes allant de X_1 à X_n, la relation $\Sigma f'_i = 1$ traduit ce fait sous forme de probabilité totale.

L'aire du rectangle de base 1 cm., centré sur X_i et de hauteur y'_i s'écrit :

$$f'_i = y'_i \times 1 \text{ cm.}$$

D'où l'ordonnée

$$y'_i = \frac{f'_i}{1 \text{ cm}}$$

représente la densité (par unité de longueur) de probabilité au point X_i, ou densité linéaire de probabilité au point X_i.

Cette quantité reste constante dans l'intervalle $\left(X_i - \frac{1}{2}\right)$ cm. $- \left(X_i + \frac{1}{2}\right)$ cm. L'allure de sa variation en fonction de X_i est objectivée dans l'histogramme par les lignes en trait renforcé. On voit que la densité linéaire de probabilité varie par bonds discontinus aux points $X_i \pm \frac{1}{2}$ et reste constante dans les intervalles précités. L'aire sous-jacente à la courbe de densité linéaire de probabilité vaut l'unité (relation 2). Si l'on augmente le nombre d'individus examinés, on pourra réduire la largeur de l'intervalle, donc multiplier le nombre des classes X_i si bien que pour un nombre très grand d'observations, le caractère discontinu de la courbe ira s'estompant. A la limite, on obtiendra une courbe continue de densité linéaire de probabilité dont l'aire sous-jacente vaudra encore l'unité.

C'est actuellement un lieu commun de dire que cette limite est une courbe de Gauss, courbe en cloche à un sommet, symétrique, qui s'étend théoriquement de $- \infty$ à $+ \infty$ et telle que l'aire sous-jacente comprise entre ces limites soit égale à l'unité. Soit X_{cm} une valeur brute observée telle qu'une longueur de feuille, $\overline{X}_{cm}$ la moyenne des $\overline{X}$ en nombre n ; cette moyenne $\overline{X}_{cm}$ a un sens biologique en ce qu'elle repère la tendance centrale de l'échantillon dans l'échelle physique de mesure. On introduit l'écart absolu de X à la moyenne $\overline{X}$

$$x_{cm} = (X - \overline{X}) \text{ cm.}$$

Soit $s^2{}_{cm^2}$ la variance de l'échantillon observé. La courbe normale de densité linéaire de probabilité ayant même moyenne et même variance que celle de l'échantillon s'écrit

$$f(x)_{cm^{-1}} = \frac{1}{s_{cm}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2s^2}} \qquad (3)$$

où nous soulignons que s est mesuré comme X et x en cm. et $f(x)$ en cm^{-1}.

D'où le produit

$$f(x)_{cm^{-1}} \times s_{cm} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{s}\right)^2} \qquad (4)$$

est un nombre pur ne dépendant que du rapport sans dimension

$$\lambda = \frac{x}{s}. \qquad (5)$$

L'écart réduit λ n'est autre que la mesure de l'écart absolu x_{cm} au moyen de la nouvelle unité s_{cm} ; cette unité a un sens biologique pour l'échantillon considéré car elle en mesure la dispersion.

La relation (4) peut s'écrire, en égard à (5)

$$\varphi(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\lambda^2}{2}}. \qquad (6)$$

C'est la courbe normale réduite dont l'ordonnée à l'origine vaut

$$\varphi_0 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} = 0{,}3989 = 0{,}4. \text{ approximativement.}$$

L'ordonnée $\varphi(\lambda)$ (nombre pur) répond au nombre pur $f(x)_{cm^{-1}} \times s_{cm}$.

L'ordonnée $\varphi(\lambda)$ a encore, quoique nombre pur, le caractère de densité linéaire de probabilité car elle répond à l'abcisse λ, qui est un nombre pur.

La fonction $\varphi(\lambda)$ par les intégrales appropriées telles que $\Theta(\lambda)$, $P(\lambda)$ permet de résoudre de nombreux problèmes de statistique. De plus, l'intégrale $\Pi(\lambda)$(1) prise entre $-\infty$ et λ permet d'introduire avec Bliss (1934) la notion de probit, qui est fondamentale dans les essais biologiques à réponse tout ou rien (V. Finney, 1947).

Il faut néanmoins reconnaître qu'il n'est possible de manier ces notions qu'après une sérieuse formation de calcul infinitésimal. C'est ce qui nous incite à développer de façon très élémentaire l'essentiel des notions précédentes aboutissant à la notion de probit, en partant de la plus simple des courbes de densité de probabilité qui soit symétrique et à un seul sommet.

3. Répartition triangulaire.

En écarts absolus x_{cm}, la plus simple courbe continue de densité de probabilité, symétrique et à un seul sommet correspondant à l'origine $x = o$ est composée de deux segments de droite également inclinés sur l'axe des ordon-

(1) Les définitions de ces fonctions sont données p. 79 infra.

nées à partir d'un sommet comme A et limitée à l'intersection B et C de ces segments avec l'axe des abcisses (fig. 2).

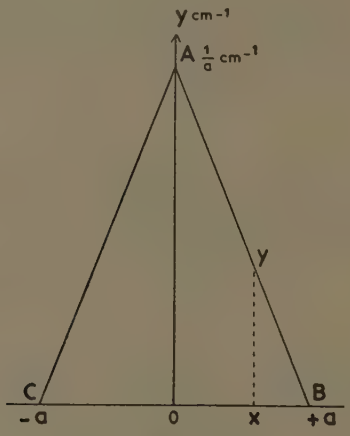


FIG. 2.

Pour la portion positive de Ox, le segment A B a une équation de la forme

$$y_{cm^{-1}} = \frac{1}{a_{cm}} - \frac{x_{cm}}{b_{cm^2}} . \qquad (7)$$

où nous affectons chaque grandeur de sa dimension physique pour faire ressortir l'homogénéité des deux membres de la relation. Le paramètre $\frac{1}{a_{cm}} = \frac{1}{a} cm^{-1}$ est l'ordonnée à l'origine, soit le segment OA.

L'abcisse à l'origine, $OB = \frac{b_{cm^2}}{a_{cm}} = \frac{b}{a} cm.$

Pour que le segment AB représente l'hémi-portion droite d'une fonction de densité de probabilité (symétrique), il faut que l'aire sous-jacente, soit celle du triangle OAB soit égale à $\frac{1}{2}$.

D'où la condition qui fixe, par exemple, b en fonction de a :

$$\frac{1}{2} \frac{1}{a} cm^{-1} \times \frac{b}{a} cm = \frac{1}{2}$$

d'où $$b = a^2.$$

ce qui conduit à écrire (7) sous la forme

$$y = \frac{1}{a} - \frac{x}{a^2} = \frac{1}{a}\left(1 - \frac{x}{a}\right). \qquad (8)$$

Posons :

$$a\,y = \eta \qquad \text{(nombre pur)} \tag{9}$$

$$\frac{x}{a} = \zeta \qquad \text{(nombre pur)} \tag{10}$$

il vient l'équation réduite

$$\eta = 1 - \zeta \tag{11}$$

En vertu de la symétrie, $y(x) = y(-x)$; d'où l'équation de l'ensemble des segments CAB s'écrit sous la forme

$$y = \frac{1}{a}\left[1 - \frac{|x|}{a}\right] \tag{12}$$

$|x|$ = valeur absolue de x.

et devient, sous forme réduite

$$\eta = 1 - |\xi|. \tag{13}$$

Les abcisses à l'origine de (12) et (13) sont respectivement $(-a, +a)$ et $(-1, +1)$ tandis que l'intervalle de variation (« range ») vaut respectivement $2a$ et 2.

La répartition (13) est fixe et correspond à la courbe normale réduite (6).

La répartition (12), par contre, varie de forme avec a. Si a diminue, le « range » diminue et les limites $-a$ et $+a$ se rapprochent de l'origine, ce qui concentre les cas autour de la moyenne. Corrélativement, le sommet d'ordonnée $\frac{1}{a}$ s'élève de façon à maintenir constante l'aire du triangle ACB.

On sait qu'il existe, outre le « range », une autre mesure de la concentration des données à savoir la variance σ^2 et l'écart étalon σ qui en dérive immédiatement. La remarque précédente incite à croire que σ et σ^2 seront en liaison directe avec a.

Le calcul de ces élements, quoique ne faisant intervenir qu'une intégration simple, ne sera pas donné ici pour conserver à cet exposé un caractère élémentaire.

On trouve le résultat

$$\sigma^2 = \frac{a^2}{6}\,cm^2 \tag{14}$$

$$\sigma = \frac{a}{\sqrt{6}}\,cm = 0{,}4\,a\,cm. \text{ approximativement.} \tag{15}$$

Nous pourrions introduire un écart-réduit (analogue à celui de la courbe normale).

$$\lambda = \frac{x}{\sigma_2} = \frac{x}{0{,}4\,a} = \frac{x}{\frac{a}{2{,}5}} \tag{16}$$

en prenant une unité $\sigma_2 = \frac{a}{2,5}$, c'est-à-dire, en divisant le « range » $2a$ en 5 parties égales. Dans ce cas, lorsque x passe de $-a$ à $+a$, λ varierait de $-2,5$ à $+2,5$. Pour éviter des valeurs fractionnaires, nous pouvons, par simple raison de commodité et aussi pour retrouver un coefficient introduit par Bliss (1934) diviser aussi l'intervalle $(-a + a)$ en 10 parties égales au moyen d'une unité $\frac{\sigma_2}{2} = 0,2\,a$ ce qui conduit à un écart-réduit pratique.

$$\lambda_1 = \frac{x}{0,2\,a} \tag{17}$$

compte tenu de (10), (17) s'écrit

$$\lambda_1 = \frac{\xi}{0,2} = 5\,\xi. \tag{18}$$

Nous avons appliqué la subdivision du « range » 2 (allant de -1 à $+1$) en unités $\frac{1}{2}$ à la répartition triangulaire réduite (11), (fig. 3). Les écarts λ_1 varient de -5 à $+5$ par bonds successifs $+1$. Ces points permettant la division de l'aire sous jacente à la ligne basée CAB en 50 rectangles d'aire $\frac{1}{50}$, numérotés de 1 à 50.

On peut aisément dresser l'équivalent des fonctions $\Theta(\lambda)_1 P(\lambda)_4$ et $\Pi(\lambda)$ pour la courbe normale réduite. Nous désignons ces équivalents par l'indice $_1$ appliqué à Θ, P, Π et où λ_1 est défini par (17)-(18) .Ces fonctions affectées de l'indice $_1$ se rapportent à la répartition triangulaire réduite.

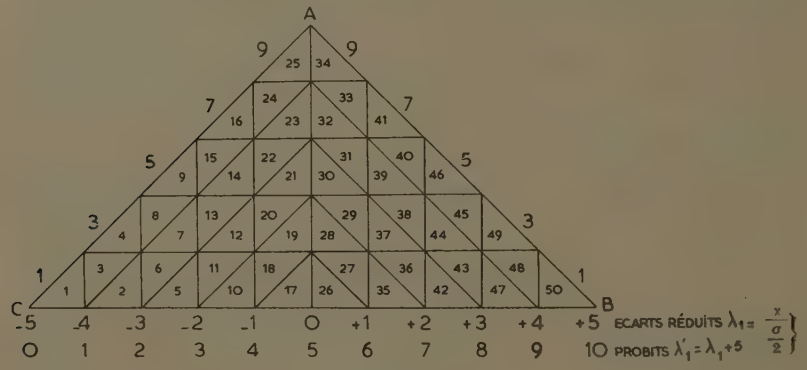


Fig. 3.

Rappelons les définitions classiques :

$\Theta_1(\lambda_1)$: aire sous-jacente à la répartition triangulaire comprise entre les écarts réduits $-\lambda_1$, $+\lambda_1$.
soit encore : probabilité d'avoir un écart réduit, compris entre $-\lambda_1$ et $+\lambda_1$.

$P_1(\lambda_1)$: aire sous-jacente à la répartition triangulaire extérieure à l'intervalle $(-\lambda_1, +\lambda_1)$.
ou bien probabilité d'avoir un écart-réduit extérieur à l'intervalle $(-\lambda_1, +\lambda_1)$.
On a évidemment, en outre de l'argumentation précédant la formule (8)

$$P_1(\lambda_1) = 1 - \Theta_1(\lambda_1).$$

$\Pi_1(\lambda_1)$: aire sous jacente à la répartition triangulaire comprise entre l'abcisse extrême gauche — 5 et la valeur λ_1 ; soit encore : probabilité d'avoir un écart réduit compris entre — 5 et λ_1.

Les aires sous-jacentes sont, bien entendu, mesurées en fonction de l'aire totale qui vaut l'unité. En comptant le nombre de triangles élémentaires d'aires $\frac{1}{50}$ compris dans les limites exigées par la définition de chaque fonction, on dresse aisément les tables suivantes.

On peut remarquer que, pour chacune des hémi-répartitions, le nombre des éléments d'aire sus-jacents aux intervalles successifs est représenté par les nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, inscrits dans la figure 3, le long des segments AB et AC.

TABLEAU 1.

λ_1	$\Theta_1(\lambda_1)$	$P_1(\lambda_1)$
0	0	1
1	0,36	0,64
2	0,64	0,36
3	0,84	0,16
4	0,96	0,04
5	1	0

La fraction $\Pi_1(\lambda_1)$, plus exactement ici 100 $\Pi_1(\lambda_1)$ qui constitue le but de cet exposé est aisément tracé (fig. 4) sous la forme sigmoïde classiquement connue pour la loi normale $\Pi(\lambda)$. (voir ex. CRAMER 1946, p. 209). Il faut utiliser, en abcisses l'échelle (*a*) et sur les ordonnées gauches l'échelle linéaire (3) en pourcentages p % ou 100 $\Pi_1(\lambda_1)$.

4. NOTION DE PROBIT CORRESPONDANT A UN POURCENTAGE DE CAS SITUÉS A GAUCHE D'UNE VALEUR DE λ_1 :

Les essais biologiques sont basés sur la notion de courbe de tolérance.

Supposons que nous effectuons des applications soigneusement contrôlées d'insecticides à divers groupes d'insectes. Pour des doses situées sous un certain minimum, tous les individus survivent, le pourcentage de léthalité p % est nul.

A partir d'une dose très forte, tous meurent ; c'est-à-dire p % = 100 %. Pour une dose intermédiaire, un certain pourcentage seulement d'individus sensibles est tué ; le reste, résistant à cette dose, survit.

Sans entrer dans les détails actuellement, exprimons une fonction simple de la dose, en fait son logarithme, en écarts réduits λ_1. Dans l'hypothèse où la répartition rectangulaire est applicable à ces données biologiques, la courbe $\Pi_1(\lambda_1)$ exprime le pourcentage p % des insectes d'un lot dont les tolérances sont moindres qu'une certaine valeur de dose correspondant à λ_1 (FINNEY 1947, p.

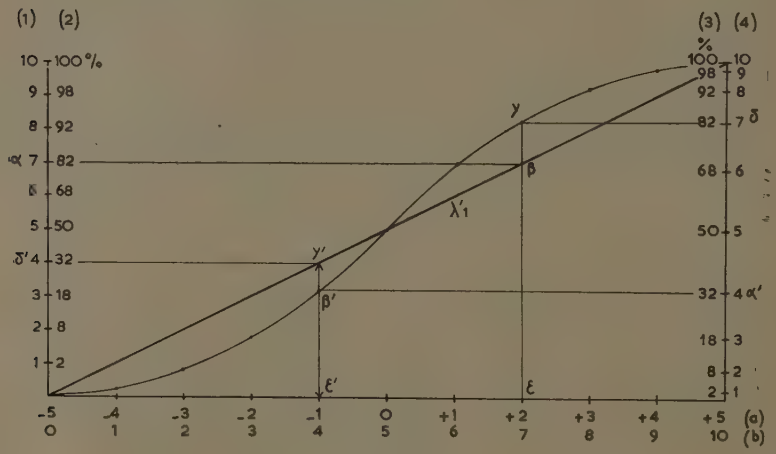


FIG. 4.

Axe des abcisses

Échelle (a) : Échelle linéaire des écarts-réduits λ_1.

Échelle (b) : Échelle linéaire des probits $\lambda'_1 = \lambda_1 + 5$.

Axe gauche des ordonnées

Échelle (1) : Échelle linéaire en probits λ'_1.

Échelle (2) : Échelle non linéaire en pourcentages correspondants au même probit.

Axe droit des ordonnées

Échelle (3) : Échelle linéaire des pourcentages $p\% = 100\Pi_1(\lambda_1)$.

Échelle (4) : Échelle non linéaire des probits correspondants aux mêmes pourcentages.

13, fig. 4). Par exemple, pour $\lambda_1 = -5$, $p\,\% = 0$; pour $\lambda_1 = -2$, $p\,\% = 18\,\%$; pour $\lambda_1 = +2$, $p\,\% = 82\,\%$. D'où nécessité de spécifier le signe de λ_1 pour situer l'écart-réduit correspondant au pourcentage $p\,\%$ (λ_1) (1). Pour obvier à cette difficulté, remarquons avec G. I. Bliss (1934) qu'il suffit d'ajouter 5 à λ_1, pour avoir une suite régulière d'écarts-réduits variant entre 0 et 10 (2).

Posons donc :

$$\lambda'_1 = \lambda_1 + 5.$$

D'où les λ'_1 seront univoquement déterminés par le pourcentage $p\,\%$ de cas situés à gauche de λ_1 ainsi que le montre ce tableau.

TABLEAU 2.

(1)	λ'	-5	-4	-3	-2	-1	0	$+1$	$+2$	$+3$	$+4$	$+5$
(2)	$p\,\%$	0	2	8	18	32	50	68	82	92	98	100
(3)	λ'_1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Les λ'_1 variant entre 0 et 10 sont les probits correspondants aux pourcentages $p\,\%$. Les probits λ'_1 sont toujours positifs et augmentent proportionnellement à λ_1 ainsi que le montre la droite (19) représentée dans la figure 4 où les abcisses répondent à l'échelle (*a*) des λ_1 et les ordonnées λ'_1 à l'échelle métrique (1) des λ'_1.

La figure 4 reproduit dans les échelles (*a*) et (*b*) les lignes (1) et (3) du tableau 2.

Étant donnée l'échelle linéaire (1) en probit λ'_1 on peut coter l'échelle non linéaire (2) des pourcentages $p\,\%$ aux points déjà définis dans l'échelle (1). Il suffit de se rappeler que l'échelle linéaire des pourcentages $p\,\% = 100\,\Pi_1(\lambda_1)$ est tracée sur l'axe des ordonnées à droite en (3). Partant du point α sur l'axe gauche des ordonnées, répondant au probit 7 sur l'échelle linéaire (13) on trace l'horizontale $\alpha\beta$, puis la verticale $\beta\gamma$. Le point γ de $100\,\pi_1(\lambda_1)$ rabattu en δ est coté 82 % sur l'échelle linéaire $100\,\Pi_1(\lambda_1)$ ou $p\,\%$. A noter que la projection de γ et β sur l'axe des abcisses en ε fait retrouver le probit $\lambda'_1 = 7$. On cote 82 % le point α sur l'échelle non linéaire des pourcentages (2). Le processus inverse objectivé par les lettres primes, permet de coter les points de (3) tels que α' en probit sur l'échelle non linéaire (4). La sigmoïde $100\,\Pi_1(\lambda_1)$ répond aux échelles (*a*) et (3). La droite $\lambda'_1(\lambda_1)$ (3) répond aux échelles (*a*) et (1).

(1) P% fonction de λ_1.

(2) D'où une raison d'utiliser l'unité $\frac{\sigma_2}{2}$, qui toutefois n'est pas nécessaire, ainsi que nous le verrons dans un article suivant.

(3) Cette notation explicite le fait que λ'_1 est, comme Π_1 fonction de λ_1.

D'où, ainsi que l'écrit FINNEY (1946), p. 21), la courbe sigmoïde 100 $\Pi_1(\lambda_1)$ est transformée en une ligne droite quand les ordonnées sont mesurées sur une échelle linéaire de probits » (échelle 1), « au lieu d'une échelle de pourcentages » (échelle 3).

Moyennant les échelles (*b*) et (2), où on a la relation entre probits et pourcentages (V. FINNEY 1946, p. 23 — fig. 6). Nous pensons avoir réussi à proposer un exposé élémentaire de la notion de probit en utilisant les propriétés géométriques simples de la fonction de répartition triangulaire.

L'étude des relations entre la sigmoïde attachée à cette répartition triangulaire et la sigmoïde relative à la loi normale sera exposée dans une prochaine étude effectuée d'un point de vue plus analytique que graphique.

Ce travail sera du niveau d'étudiants possédant les éléments du calcul infinitésimal.

BIBLIOGRAPHIE.

BARTLETT, M. — Teaching and Education in Biometry. *Biometrics*, 6, 85-95, 1950.

BLISS, C. — *Science*, 79, 38-9 et 409-10, 1934.

FINNEY, D. — Probit Analysis. Cambridge, 1947.

INSTITUT INTERNATIONAL DE STATISTIQUE. — Furtherance of Statistical Education. *Review of the International Statistical Institute* fasc. 1-2, 1949.

Elementaire uiteenzetting van het begrip « Probit »

door L. MARTIN.

Samenvatting.

De schrijver geeft een afgeleide uiteenzetting over de biometrische ontwikkeling vanaf het eenvoudig peil. Na een herhaling van de grondbegrippen, bestudeert hij meer in het bijzonder de driehoekige verdeling, de « range » of interval van eindige variatie. Hij berekent eenvoudig de drie klassieke intervallen, onder andere, de functie van de samengevoegde frekwenties. Deze laatste wordt gebruikt om het begrip van de probit te bepalen en aan te tonen in een eenvoudige grafiek de bestaande betrekking tussen de sigmoide van de samengevoegde frekwenties en de rechte die de probit bepaald, beantwoordend aan een gegeven gehalte. J. V.

Elementare auseinanderlegung des begriffes « Probit »

von L. MARTIN.

Zusammenfassung.

Der Autor gibt einen anschaulichen Bericht, ausgerichtet nach dem biometrischen Aufbau des Elementarniveau. Nachdem er verschiedene Grundbegriffe wieder aufgefrischt hat, studiert er besonders die « range »-Dreieckverteilung .Er rechnet die drei klassischen Integralen, und unter anderen die Funktion der kumulierten Frequenzen. Letztere wird angewandt, um den Begriff « Probit » zu definieren, und in einer einfachen graphischen Darstellung die Beziehungen zu zeigen, welche zwischen der Sigmoïde der kumulierten Frequenzen und der den « Probit » bestimmenden Geraden bestehen. Dieser « Probit » entspricht einem gegebenen Prozentsatz. J. B.

An elementary definition of the « Probit » notion

by L. MARTIN.

Summary.

The author's intuitive account is based on elementary biometry. After recalling fundamental notions, he examines more particularly the triangular distribution of « range », or finite interval of variation. He makes a simple computation of the 3 classical integrals, among others, the cumulated frequences function. The latter is used for defining the « Probit » notion, and to show on a simple graph the relations between the sigmoid of cumulated frequences, and the straight line of the probit corresponding to a given percentage. G. C.

Station Laitière de l'État, a Gembloux

Recherches sur l'aptitude des beurres belges à la conservation en « frigo ». (*)

par

E. Piraux et P. Jamotte.

Travaux effectués au cours de la première année de recherches (1949-1950).

A. Le problème de l'aptitude des beurres a la conservation en « frigo ». son importance.

Dès les dernières années précédant la guerre, la Belgique avait une production de beurre répondant à peu près aux besoins de sa consommation, et il est à prévoir que nous nous acheminons rapidement vers une situation analogue.

Malheureusement, le rythme de la production n'est guère adapté à celui de la consommation. La mise du bétail en prairies, succédant à un afflux de mise-bas en fin d'hiver, provoque, dès le mois de mai, l'arrivée sur le marché d'une pléthore de produits laitiers et notamment de beurre.

L'un des moyens pour résorber adéquatement cet afflux saisonnier consiste à stocker, dans des entrepôts frigorifiques, l'excédent de production en beurre. Ces beurres, ainsi entreposés, pourront venir à point durant les mois d'hiver, alors que la production est déficitaire.

Ce système d'entreposage, en permettant d'adapter l'offre aux besoins immédiats de la consommation, est donc des plus avantageux pour l'économie agricole.

Du reste, l'industrie laitière belge avait compris, plusieurs années déjà avant la guerre, tout l'intérêt que présentait l'entreposage en frigo, et nous avons vu les quantités, ainsi stockées, augmenter d'année en année :

Quantités maxima entreposées en frigo (en Kg.).

1937	1938	1939
1.766.000	3.471.000	4.925.000

(*) *Recherches exécutées sous les auspices du Comité pour l'Étude Scientifique et Technique du Lait et de ses Dérivés, avec l'aide de l'I.R.S.I.A.*

Pendant la guerre et l'immédiate après-guerre, alors que le problème de la répartition régulière de la distribution prenait un caractère vital, le stockage en frigo des excédents calculés devenait d'une nécessité impérieuse.

Si, dans ces deux dernières années, nous n'avons pas dû poursuivre une politique systématique de stockage, du moins, en ce qui concerne nos beurres indigènes, par suite de la forte augmentation de la consommation, il est à prévoir, cependant, que dans un avenir tout proche nous pourrions être contraints à envisager, à nouveau, une telle solution pour la valorisation du surplus de nos beurres d'été.

Il importe donc à cet égard de se préoccuper de l'aptitude de nos beurres à la conservation au froid car l'expérience a rapidement montré que tous les beurres ne sont pas aptes à subir avec succès cette épreuve de conservation. Beaucoup de beurres mis en frigo n'atteignent pas le terme de la période d'entreposage sans présenter des altérations graves de qualité. C'est la raison pour laquelle le Comité pour l'Étude du Lait a inscrit, à son programme de recherches, une étude sur la conservation des beurres en entrepôt frigorifique, et a obtenu pour la mise en œuvre de cette recherche un important subside de l'I. R. S. I. A.

B. But général de cette recherche.

La recherche en question avait donc comme buts :

1. de déceler l'origine des altérations qui s'accusent dans certains beurres à la suite du séjour en « frigo », et de chercher dans quelles voies on pourrait trouver remède à cette situation ;

2. de rechercher un ou des tests permettant de supputer assez rapidement l'aptitude d'un beurre à la conservation au froid.

C. Programme de la première année de recherches.

Comme il s'agit d'une recherche d'assez longue haleine, qui n'a jamais été abordée chez nous, nous devions procéder initialement à un travail de prospection et d'orientation qui nous permette de nous rendre compte des situations existantes et d'aiguiller des recherches ultérieures dans les deux directions assignées comme objectif final au présent travail.

Pour tirer parti de l'expérience que l'on pouvait avoir acquise à l'étranger dans le domaine qui nous occupe, l'un de nous, Monsieur Jamotte, eut l'occasion de faire un stage au Danemark, notamment, à la Station laitière d'Hillerœd, et a consigné dans un rapport récemment publié (18), les observations et les renseignements qu'il a pu rapporter de ce séjour.

Les essais proprement dits ont débuté fin mai 1949. Normalement, ils auraient dû débuter vers le 10 ou le 15 mai. Un malheureux concours de circonstances nous a contraints à un retard de 15 jours.

Le thème général des essais de la première année consistait à prélever dans un certain nombre de laiteries des beurres dont les conditions de fabrication avaient été soigneusement relevées, à faire un examen de ces beurres au laboratoire, et à les soumettre à un examen organoleptique ; à répéter ces deux séries d'examens après trois mois, six mois et neuf mois de conservation en « frigo ».

Le programme prévoyait également l'entreposage d'un certain nombre d'échantillons de beurres étrangers. En fait, nous avons entreposé trois beurres danois, un beurre néo-zélandais, un beurre argentin et quatre beurres hollandais.

Pour ce qui est des beurres belges, nous avons eu à l'essai 74 beurres en provenance de 17 laiteries, soit 2 laiteries de Flandre Occidentale, 4 du Limbourg, 2 du Hainaut, 3 de la province de Namur, 4 de la province de Liège et 2 du Luxembourg. Notons toutefois que les essais n'ont été faits de façon suivie que dans 13 de ces laiteries. Nous saisissons l'occasion de remercier ces laiteries pour le concours bienveillant qu'elles ont apporté à l'exécution des recherches.

Le plus généralement, à 4 reprises, soit pendant les mois de juin, juillet, août et septembre-octobre, il a été prélevé dans chacune de ces laiteries un échantillon de 20 kgs de beurre. Cet échantillon se composait de 4 mottes de 5 kgs dont l'une était destinée à l'examen immédiat, les trois autres étant destinées à être conservées au frigo respectivement pendant 3, 6 ou 9 mois entre — 11 et — 12° C. Après ces divers laps de temps de séjour au frigo, les échantillons étaient soumis à un nouvel examen.

L'examen au laboratoire de l'échantillon à l'état frais, comportait les déterminations ci-après :

Analyse chimique et physique :

eau, état d'atomisation de l'eau dans le beurre (répartition d'eau ou « los-vocht ») — non beurre-sec — densité du beurre — consistance du beurre — indice d'iode de la matière grasse — indice de réfraction de la matière grasse — fer — cuivre — diacétyle — acétylmethylcarbinol — pH — acidité de la matière grasse — indice de peroxyde de la matière grasse.

Analyse bactériologique :

Coli-aérogènes — total des germes — lipolytiques — caséolytiques — moisissures — levures.

Après séjour en frigo, l'examen de laboratoire comportait, en plus de l'analyse bactériologique, décrite précédemment, les déterminations suivantes : diacétyle — diacétyle et acétyl-méthylcarbinol — pH — indice de peroxyde et acidité de la matière grasse. Remarquons, en ce qui concerne cette dernière détermination, que les indicateurs employés ne permettent pas toujours de saisir avec la régularité voulue le point de virage. La lenteur relative de réaction de l'alcali sur la solution de la matière grasse du beurre accroît encore l'imprécision de la détermination. Dès lors, des faibles variations enregistrées en sens divers après séjour en frigo, on ne peut retirer aucune indication sérieuse et nous avons dû renoncer provisoirement à tenir compte des résultats relevés sur les beurres aux divers stades de conservation.

Au début des recherches, nous avons également déterminé tant sur les beurres à l'état frais qu'après conservation, le comportement de la matière grasse de ceux-ci aux réactions de KREISS (phloroglucine) et de SCHIFF (fuschine sulfitée). Ces réactions qui paraissent surtout intéressantes dans les cas d'oxydation à la lumière, ne nous donnaient pas des résultats dignes d'être retenus dans le cas présent et nous les avons abandonnées.

Notons que dans l'exécution du travail nous avons été puissamment secondés par Monsieur A. ANTOINE, assistant à la Station laitière, par Messieurs J. BRASSEUR et O. BOULANGER, préparateurs-techniciens à la dite Station et, ultérieurement, par Monsieur F. LHEUREUX, assistant au Centre de recherches du Comité pour l'Étude du Lait et de ses Dérivés et Mme BRODSKY, préparatrice-technicienne attachée au même Centre.

Les méthodes d'exécution des diverses déterminations sont décrites au chapitre suivant.

D. MÉTHODES D'ANALYSE ET MODALITÉS D'EXPERTISE,

I. *Analyse physique et chimique.*

1. *Détermination de l'eau.* — Méthode précise par dessiccation à l'étuve. — 104° pendant 1 1/2 h.

(J. BONNET. — *Guide de laboratoire*, 1948, p. 100.)

2. *Répartition d'eau ou « los vocht ».* — Méthode de KNUDSEN et SÖRENSEN. Au moyen d'un couteau à lame mince ou d'un fil métallique inoxydable, on effectue une coupe dans le bloc de beurre. Un papier indicateur (bromophénol bleu) spécial, de forme carrée (16 cm²) est alors appliqué sur la face fraîchement coupée. Les gouttelettes d'eau, perlant à la surface du beurre, imbibent le papier et le colorent en bleu. Après une demi-minute de contact, on détache le papier et à l'aide d'une grille transparente (16 cm² divisés en 100 parties égales) on évalue le pourcentage de la surface bleutée par rapport à la surface totale.

La moyenne des résultats de 3 essais ou plus, donne le chiffre de répartition d'eau.

(*Jaarboek voor Zuivelbereiding*, VIII, p. 327.)

3. *Détermination du non-beurre-sec.* — Méthode ordinaire par enlèvement de la matière grasse à l'éther de pétrole, puis pesée du non-beurre après dessiccation à l'étuve.

(J. BONNET. — *Guide de laboratoire*, 1948, p. 101.)

4. *Détermination du fer dans le beurre.* — Méthode simplifiée de A. K. R. MC DOWELL.

Le fer est libéré par un traitement au bain-marie bouillant avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique et thioglycolique. La solution acide est clarifiée par filtration après addition d'acide trichloracétique et de tungstate sodique.

La détermination se fait colorimétriquement (photocolorimètre). Une solution d'o-phénantroline utilisée dans des conditions bien déterminées sert de réactif pour le fer.

(*J. of Dairy Research*, Vol. 15, n° 1-2, p. 70.)

(voir aussi : JAMOTTE. — *Les teneurs en fer et en cuivre de quelques beurres belges.* — Congrès Int. Laiterie Stockholm, 1949. Vol. 2, p. 183.)

5. *Détermination du cuivre dans le beurre.* — Méthode simplifiée de A. K. R. MCDOWELL.

L'extraction du cuivre se fait suivant un processus sensiblement identique à celui indiqué pour le fer (température plus basse — pas d'addition d'acide thioglycolique). La détermination s'effectue colorimétriquement (photo-colorimètre) après addition au filtrat, du réactif du cuivre (solution de diethyldithiocarbamate de sodium), dans des conditions bien déterminées.

Les résultats sont exprimés en γ/kg. de beurre. (1 γ = 0,001 mgr.)

(*J. of Dairy Research*, vol. 15, n° 1-2, p. 70.)

6. *Détermination de l'acidité de la matière grasse.*

Titration à la potasse alcoolique d'une quantité déterminée de matière grasse, mise en solution dans un mélange à parties égales d'éther et d'alcool neutralisé. L'indicateur utilisé est la thymolphtaléine. Les résultats expriment le nombre de cm^3 d'alcali N/100 gr. de matière grasse.

(*Die Milchwissenschaft*, août 48, p. 225.)

7. *Détermination de la densité du beurre.* — Méthode rapide par immersion de petites portions de beurre dans des mélanges d'alcool dénaturé et d'eau, de densités différentes. Résultats exprimés en chiffres variant de 91 à 94. Ils correspondent à des poids spécifiques de 0,91 à 0,94.

(*Die Milchwissenschaft*, juillet 1948, p. 196.)

8. *Détermination de la consistance du beurre.*

L'appareil à main VAN DOORN est utilisé. Le beurre est conservé 7 jours à 13° C. avant la détermination. Les résultats sont exprimés (après corrections pour la température et la saison) en décuple de la valeur en kg/4 cm^2 de la pression exercée sur le beurre à 13° C.

(*Chem. Weekblad*, 35 p. 719, 1938).

9. *Indice d'Iode.* — Méthode rapide de HANUS — temps de réaction : 15 minutes.

(*Methods of analysis A. O. A. C.*, 1945, p. 494).

10. *Indice de réfraction.*

Chiffres relevés au butyro-réfractomètre de ZEISS à 40° C.

11. *Détermination du diacétyle et de l'acétylméthylcarbinol* dans le beurre.

Entraînement du diacétyle du beurre par un courant de vapeur d'eau, à travers un appareil déphlegmateur construit d'après PIEN — Dosage par la méthode colorimétrique de PRILL et HAMMER.

Les résultats sont exprimés en mgr. de diacétyle /kg. de beurre. L'acétylméthylcarbinol est oxydé en diacétyle par addition de quelques cm^3 de solution de chlorure ferrique, immédiatement avant la distillation du beurre.

Les résultats expriment en mgr /kg. de beurre, la quantité totale de diacétyle contenu dans le beurre après oxydation, soit donc le diacétyle existant primitivement plus le diacétyle obtenu à partir de l'acétylméthylcarbinol.

(Pien Martin Baisse. *Le lait*, 1937, p. 674. — R. Coppens. *Journ. Int. Chimie Ind.* Charleroi, Septembre 1948, p. 95).

12. *Détermination du pH du beurre.*

Effectué au pH mètre à électrode de verre sur le non-beurre séparé du beurre par fusion à température modérée (1 h. max., à 55-60° C).

13. *Détermination de l'indice de peroxyde.* — Méthode danoise. Une quantité déterminée de matière grasse, en solution dans un mélange d'acide acétique et de tétrachlorure de carbone, est, après addition d'iodure de potasse, maintenue à l'obscurité, à température ordinaire, pendant 15 minutes. On titre ensuite, après dilution, par l'hyposulfite en présence d'amidon. L'indice de peroxyde correspond au nombre de cc. d'hyposulfite 0,002 N nécessaire pour 1 gr. de matière grasse.

(*Statens Smor bedommelser*, 1941, p. 40.)

II. *Analyse bactériologique.*

1. *Numération des coli-Aérogènes.*

Ensemencement : 1 cc. 1/10, 1/100, 1/10.000 en tubes de Durham.
Milieu de culture : Vert Brillant.
Durée d'incubation : 24 à 48 h. à 37° C.
Vérification sur Endo.

2. *Numération des germes totaux.*

Ensemencement au 1/10.000 cc. en plaques de Petri.:
Milieu de culture : Bouillon gélosé glucosé additionné de lait écrémé 1 %).
Durée d'incubation : de 3 à 5 jours à 22°.

3. *Numération des lipolytiques.*

Ensemencement : au 1/100 et au 1/1000 cc. en plaques de Petri.

Milieu de culture spécial : à l'agar-agar contenant du caséinate de chaux et des phosphates (soude et potasse) dans lequel on introduit de la graisse butyrique, en partant d'une émulsion de crème de lait, lavée à plusieurs reprises. Ce milieu, ajusté au pH 7,2 contient un indicateur, le rouge de phénol, qui lorsqu'il vire au jaune indique une hydrolyse de la matière grasse, et par conséquent la présence d'une colonie lipolytique.

(E. Piraux. — *Bulletin de l'Institut Agronomique* XIV 1945, p. 18.)

4. *Numération des caséolytiques.*

Ensemencement : au 1/100 et au 1/1000 cc. en plaques de Pétri.

Milieu de culture : eau gélosée et caséinate de chaux.

Durée d'incubation : 3-4-5 jours à 22°.

Les colonies caséolytiques forment un halo sur ce milieu.

5. *Numération des moisissures et des levures.*

Ensemencement : au 1/100 et au 1/1000 cc. en plaques de Petri.

Milieu de culture : malt gélosé acidifié à l'acide lactique normal, ajusté au pH 3,5.

Durée de culture : 3 jours à 22°.

III. *Modalités d'expertise.*

Les expertises ont été organisées selon les modalités prévues lors des expertises officielles de beurre (O. N. L. D.)

Nous avons eu recours au bienveillant concours d'experts faisant habituellement partie des jurys officiels et particulièrement versés dans l'apprécation des beurres de frigo : MM. Brayeur, Emonts, Falise et Keymeulen, Conseiller de laiterie, auxquels était fréquemment adjoint M. Michaux, Conseiller de laiterie à l'O. N. L.

Qu'il nous soit permis de les remercier pour leur précieuse collaboration

Les beurres frais subissent, théoriquement, une période de conservation de 8 jours à 13° C. Le prélèvement des beurres d'une même quinzaine n'ayant pas eu lieu à la même date, nous avons été obligés soit de réduire, pour certains échantillons, la durée de leur période de conservation jusqu'à un minimum de 4 jours parfois, soit de l'allonger pour d'autres. Pour ne pas défavoriser ces derniers, nous les avons conservés à 4° pendant le temps requis supplémentairement, avant de les entreposer à 13°, les 3, 4 ou 5 derniers jours, précédant l'expertise.

Les beurres sortant de frigo à — 10° sont décongelés à 4° pendant $\pm$ 4 jours puis conservés, pendant la même période, à 13°, avant expertise.

Les beurres sont livrés anonymement à l'appréciation des experts. Chaque échantillon obtient une cote fixée, généralement, de commun accord par l'ensemble des experts. Ceux-ci apprécient l'odeur sur 20 points, la texture sur 30 points et le goût sur 50 points. L'appréciation du goût ne se limite pas seulement à l'attribution d'une cote chiffrée. Nous avons particulièrement insisté auprès des experts pour qu'ils attachent la plus grande importance à la définition, dans les limites du possible, de la nature et de l'intensité des défauts éventuels.

Rappelons (*) que les beurres expertisés sont classés officiellement en 3 catégories :

(*) Les expertises ont été faites suivant le règlement d'expertise encore en vigueur en 1949. Ce règlement a été modifié au début de 1950, mais nous avons appliqué l'ancien règlement pendant toute la première année du travail.

1) beurre en marque de contrôle (minimumu 35 points pour le goût et 65 points au total).

2) beurre de 2me qualité (de 30 à 35 points pour le goût et un total de 60 points au minimum).

3) beurre de 3me qualité (moins de 30 points pour le goût et de 60 points au total).

E. Observation préliminaire quant a l'interprétation des résultats.

Le problème des causes de l'aptitude ou de la non-aptitude des beurres à la conservation au froid est un problème très vaste et nous n'entendons nullement émettre la prétention de pouvoir le solutionner après quelques dizaines d'essais.

Nous allons simplement, par une étude préliminaire des données enregistrées au cours de cette première année d'essais, tenter de dégager quelques indications pouvant nous orienter dans la recherche de la solution.

L'interprétation des résultats doit être faite avec beaucoup de circonspection. Le premier stade du travail doit avoir plutôt un caractère d'enquête permettant de supputer quelque peu la part d'influence respective que peuvent exercer de multiples facteurs intervenant simultanément dans chaque cas isolé, à un degré variable.

Les indications que nous pensons pouvoir tirer à la fin de cette première année, demanderont donc à être confirmées ou précisées au cours des phases ultérieures du travail, qui devront revêtir un caractère plus expérimental tant pour l'analyse des causes de la situation envisagée que pour la recherche des mesures à prendre pour l'améliorer.

F. Examen des résultats.

I. Le problème de l'aptitude des beurres à la conservation au frigo, se pose en Belgique avec des caractères bien marqués.

Pendant la première période du travail en cours, nous avons entreposé 83 échantillons de beurre dont 74 échantillons de beurres de laiteries belges et 9 échantillons de beurres étrangers dont 3 danois, 4 hollandais, 1 néo-zélandais et 1 argentin.

Les 74 échantillons de beurre belge ont donné à l'expertise du goût, l'élément dominant dans l'appréciation du degré de conservation, les résultats ci-après :

TABLEAU I.

	Nombre total d'échantillons	Nombre d'échantillons obtenant la cote 35 (bonne qualité)	Nombre d'échantillons obtenant la cote 30 (qualité moyenne)	Nombre d'échantillons obtenant une cote inférieure à 30 (mauvaise qualité)
Beurre frais	74	47	25	2
Après 3 mois	74	26	26	22
Après 6 mois	74	22	15	37

Parmi ces beurres on a enregistré dans 28 cas sur 74 la présence de goût de « poisson » après 3 mois de conservation, et dans 33 cas sur 69 la présence de ce goût après 6 mois de conservation.

Comme nous avons mis en observation un certain nombre de beurres d'octobre, de novembre et même quelques beurres de mars, — ce qui répond peu aux désiderata de la pratique mais devait nous fournir des données sur l'évolution de l'aptitude à la conservation aux différentes saisons, et sur l'influence de variations de divers facteurs sur cette aptitude — nous avons repris dans un second tableau les données se rapportant aux mois de mai, juin, juillet, août et septembre. Il nous manque malheureusement cette année le mois de mai presque tout entier, le travail n'ayant pu être commencé que le 31 mai. Cette lacune n'existera plus en 1950.

TABLEAU II. — *Beurres de mai à septembre.*

	Nombre total d'échantillons	Nombre d'échantillons obtenant la cote 35 (bonne qualité)	Nombre d'échantillons obtenant la cote 30 (qualité moyenne)	Nombre d'échantillons obtenant une cote inférieure à 30 (mauvaise qualité)
Beurre frais	50	29	20	1
Après 3 mois	50	19	19	12
Après 6 mois	50	15	9	26

Nous notons que parmi ces 50 échantillons, on en compte 17 qui après 3 mois de conservation accusent déjà le goût de « poisson » à un degré plus ou moins net. Après 6 mois, ce nombre est porté à 20.

Il est évident qu'après une année de travail qui n'a porté que sur 17 laiteries,

nous n'avons nullement la prétention de dresser un tableau donnant une image de la situation dans l'ensemble du pays.

Nous voulons simplement souligner qu'il y a en Belgique, comme également en Hollande, en Allemagne, en Suisse (1-8), et dans la plupart des pays producteurs de beurre, un problème d'aptitude du beurre à la conservation en frigo. Ce problème a une portée économique qui n'est pas à sous-estimer. La diminution de qualité résultant du séjour au frigo peut se chiffrer dans le cas d'une mauvaise conservation par une diminution de valeur allant du 1/4 au 1/3. Certains beurres éminemment altérables pourraient même après avoir séjourné quelque temps en frigo, ne plus trouver utilisation qu'à des fins industrielles.

Parmi les types d'altérations enregistrés, nous n'avons relevé plus haut que le goût de « poisson » qui est le plus répandu.

Il est un autre type caractéristique d'altération qui se rencontre la plupart du temps dans certains beurres de seconde qualité, rebelles à l'apparition du goût de « poisson ». Ces beurres accusent une lente dégradation conduisant à un goût de décomposition où se mêlent le « graisseux », le « caséeux » et le goût de « vieilles crèmes ». Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur ce défaut lorsque nous traiterons de l'influence de la matière première mise en œuvre.

II. Il semble qu'il y ait pour le beurre de chaque laiterie, et peut-être pour le beurre de toute une région, un certain niveau moyen d'aptitude à la conservation, et un type d'altération assez caractérisé.

C'est la première impression que l'on emporte lorsque l'on parcourt l'ensemble des résultats, et à cet égard l'examen des tableaux III, IV et V, synthétisant, notamment, les résultats d'expertise obtenus pour les diverses laiteries groupées par « régions » paraît assez édifiant.

Notons que cette distribution en « régions » n'est faite que de façon très générale.

Le beurre des laiteries groupées dans le tableau n° III manifeste des tendances bien nettes à une altération assez rapide qui se caractérise par l'apparition du goût de « poisson ».

Le beurre des laiteries groupées dans le tableau n° IV, témoigne d'un degré de résistance assez élevé à l'altération, degré de résistance qui est poussé au plus haut point dans le cas de la laiterie n° 17 et qui n'est qu'à peine moyen dans le cas de la laiterie n° 10.

Les beurres des laiteries groupées dans le tableau n° V, ont ceci de commun, dans le domaine qui nous occupe, que l'altération des beurres ne s'opère pas à l'allure rapide que l'on constate dans les beurres du groupe I. Il s'agit en général d'une altération lente qui ne se traduit que très rarement par l'apparition du goût de « poisson », mais par un goût complexe de lente décomposi-

tion, très difficile à définir exactement. Dans ce groupe, le beurre de la laiterie 15 témoigne même d'une constance remarquable dans la résistance à l'altération.

Les tableaux nº VII et VIII concrétisent de façon expressive la moyenne des résultats enregistrés pour chacune des laiteries au cours de la période de mai à septembre. Ils confirment ce qui précède.

TABLEAU III. — *Laiteries du groupe régional I.*

Nº laiteries	Nº beurres	Dates	Teneurs en cuivre γ/kg.	Cotations d'expertise (goût)				Durées de conservation jusqu'à l'apparition du goût de poisson
				Frais	3 mois	6 mois	9 mois	
8	11	15/6	200	**36**	*30*	28	*27*	3 mois
	25	19/7	120	**40**	*31*	29	29	3 mois
	38	24/8	140	**37**	*32*	25	*30*	*6 mois*
	66	9/11	150	**36**	20	—	—	3 mois
	68	17/11	150	**40**	22	—	—	3 mois
	76	**28/2**	120	**40**	24	—	—	3 mois
16	12	15/6	325	**35**	26	24	10	3 mois
	26	19/7	375	**37**	22	15	—	3 mois
	39	24/8	280	*30*	24	15	—	8 jours
	67	9/11	450	**36**	17	—	—	3 mois
	69	17/11	—	**38**	15	—	—	3 mois
	77	**28/2**	140	**40**	24	—	—	3 mois
9	16	29/6	125	*33*	25	27	*30*	8 jours
	29	28/7	**90**	**36**	*30*	25	—	3 mois
	44	31/8	**75**	*34*	**35**	**37**	**38**	+ **de 9 mois**
	62	26/10	150	**35**	*33*	*30*	20	3 mois
11	14	22/6	**90**	**38**	*32*	*32*	20	**9 mois**
	27	26/7	120	**35**	*33*	27	25	3 mois
	40	31/8	150	*33*	*30*	20	—	3 mois
	63	26/10	**90**	**37**	**37**	25	22,5	*6 mois*
4	13	22/6	325	**36**	27	26	15	3 mois
	28	26/7	250	*33*	26	15	—	3 mois
	41	31/8	525	*31*	20	15	—	8 jours

TABLEAU IV. — *Laiteries du groupe régional II.*

N° laiteries	N° beurres	Dates	Teneurs en cuivre γ/kg	Cotations d'expertise (goût)				Durées de conservation jusqu'à l'apparition du goût de poisson
				Frais	3 mois	6 mois	9 mois	
7	6	31/5	**80**	**38**	**37**	**35**	25	**9 mois**
	20	8/7	**100**	**37**	**40**	**38**	**35**	+ **de 9 mois**
	32	3/8	**90**	**38**	**40**	**35**	33	**9 mois**
	73	22/11	250	**38**	*27*	26	18	3 mois
	74	23/11	250	**35**	*33*	30	22	**9 mois**
	78	**1/3**	**60**	**37,5**	*32*	—	—	—
17	18	29/6	100	**36**	**36**	**35**	**35**	+ **de 9 mois**
	30	28/7	140	**37**	**36**	**36**	*34*	»
	52	14/9	**70**	**36**	**38**	**38**	*33*	»
	53	id.	**80**	**36**	**37**	**36**	**36**	»
	54	id.	**60**	*34*	**38**	**35**	**35**	»
	55	id.	**60**	**35**	**37**	**37**	**37**	»
	56	id.	**50**	**35**	**38**	**36**	**36**	»
	57	id.	**60**	**35**	**39**	**35**	**35**	»
	58	id.	**55**	**35**	**37**	**37**	**35**	»
	59	id.	**60**	**35**	**36**	*33*	*33*	»
	70	15/11	**70**	**36**	**37**	**37**	26	**9 mois**
	79	**1/3**	**65**	*34*	*31*	—	—	—
13	7	1/6	**70**	**37**	**37**	**36**	*32*	**9 mois**
	19	6/7	125	**37**	**38**	27	27	*6 mois*
	53	3/8	125	**36**	*33*	28	28	**9 mois**
	34	3/8	125	**35**	*33*	*31*	*30*	+ **de 9 mois**
	45	7/9	125	*34*	**35**	29	*30*	6 mois
	46	7/9	110	*32*	*33*	*31*	*31*	+ **de 9 mois**
	60	22/10	**80**	**36**	**36**	**35**	*30*	+ **de 9 mois**
	61	22/10	110	**35**	**35**	*32*	*34*	+ **de 9 mois**
	80	**1/3**	**50**	27,5	26	—	—	3 mois
	81	**16/3**	110	**40**	*31*	—	—	3 mois
10	24	15/7	200	**35**	28	27	15-20	3 mois
	35	5/8	130	**37**	26	29	*32,5*	3 mois
	42	30/8	170	*30*	*30*	25	26	8 jours
	43	31/8	125	*31*	*31*	28	29	8 jours
	71	21/11	275	**37**	*33*	*33*	—	*6 mois*
	72	23/11	125x	**36**	**35**	**38**	—	**9 mois**

(x) beurre fait de crème douce.

TABLEAU V. — *Laiteries du groupe III.*

N° laiteries	N° beurres	Dates	Teneurs en cuivre γ kg	Cotations d'expertise (goût)				Durées de conservation jusqu'à l'apparition du goût de poisson
				Frais	3 mois	6 mois	9 mois	
1	8	3/6	150	*30*	28	*32*	25	+ **de 9 mois**
	23	15,7	170	*32*	*31*	25	—	+ **de 9 mois**
	47	9/9	150	25	*30*	20	20	+ **de 9 mois**
2	9	8/6	80	*31*	*31*	*30*	20	9 mois
	22	13/7	80	*31*	*32*	29	26	— **de 9 mois**
	36	11/8	90	*31*	29	25	27	9 mois
5	15	24/6	70	*32*	*30*	*32*	28	9 mois
	31	27/7	65	*34*	35	*30*	29	+ **de 9 mois**
	83	24/3	110	*34*	30	—	—	—
15	10	9/6	95	37	37	35	*33*	+ **de 9 mois**
	21	14/7	90	34	38	*31*	*30*	id.
	37	11/8	40	*34*	*33*	29	*31*	id.
	65	28/10	85	*34*	36	35	*34*	9 mois

TABLEAU VI. — *Laiteries diverses (belges et étrangères).*

N° laiteries	N° beurres	Dates	Teneurs en cuivre γ/kg	Cotations d'expertise (goût)				Durées de conservation jusqu'à l'apparition du goût de poisson
				Frais	3 mois	6 mois	9 mois	
Laiteries belges (non classées, seulement un échantillon prélevé).								
3	75	25/11	600	32	15	—	—	3 mois
6	82	23/3	357	31	28	—	—	—
12	17	29/6	425	34	25	20	15	3 mois
14	64	26/10	120	35	34	29	32,5	+ **de 9 mois**
Beurres étrangers								
Danois	1	mai	75	36	35	40	37	— **de 9 mois**
	4	mai	80	35	38	37	40	+ **de 9 mois**
	5	mai	90	36	38	38	39	+ **de 9 mois**
Holl.	48	31/8	100	40	36	35	33	9 mois
	49	1/9	250	38	27	25	25	3 mois
	50	31/8	160	39	29	25	28	3 mois
	51	31/8	95	32	38	35	37	+ **de 9 mois**
Néo-Zél.	2x	janvier	150	35	35	35	33	+ **de 13 mois**
Argentin	3+	mai	80	29	25	26	25	+ **de 18 mois**

× beurre ayant déjà séjourné 4 mois en frigo.
+ beurre ayant déjà séjourné 1 an en frigo.

TABLEAU VII. — *Conservation des beurres (mai-septembre).*

Groupe régional	Laiteries n°	Cote moyenne d'exper. à l'état frais	Cote après séjour en frigo (exprimée en % de la cote moyenne état frais)		
			3 M	6 M	9 M
I	8	37,6	82,4	73,4	75,3
	16	34,0	70,6	52,9	39,1
	9	34,5	86,9	72,5	75,3
	11	35,3	89,5	74,5	61,2
	4	33,3	73,0	55,8	45,6
II	7	38,0	102,6	94,7	81,6
	17	35,4	105,1	101,1	98,6
	13	35,2	99,1	86,0	84,4
	10	33,2	89,4	81,9	81,0
III	1	29,0	102	89,6	79,3
	2	31,0	98,7	90,3	88,0
	5	33,0	97,0	93,9	86,4
	15	35,0	102,8	90,3	89,4

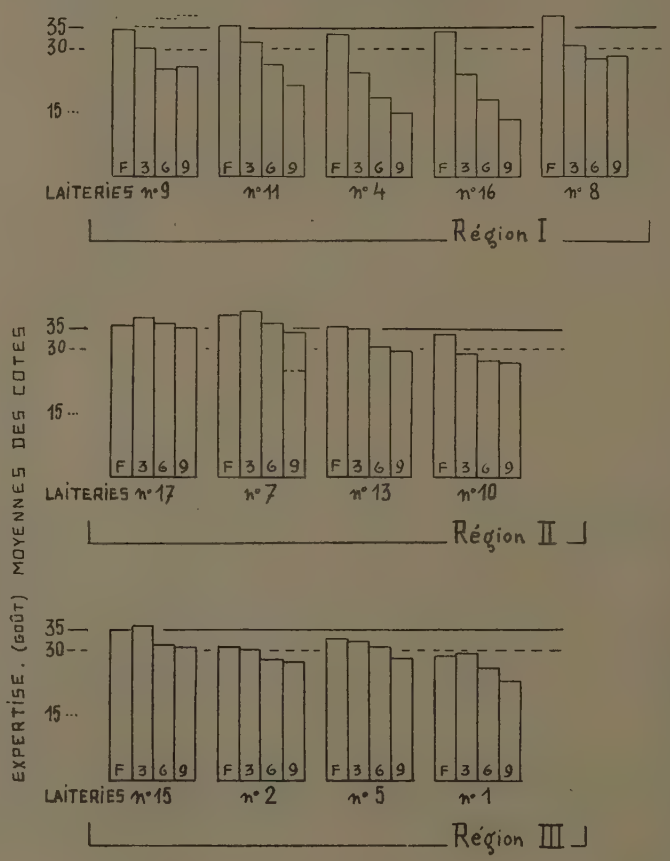
Certains facteurs naturels pourraient, peut-être, nous permettre de scinder encore les 3 grands groupes que nous avons créés parmi nos laiteries, et un certain ordre a été adopté à cette fin dans la répartition à l'intérieur des tableaux. Le nombre des résultats enregistrés jusqu'ici est encore cependant trop minime pour permettre de préciser ces hypothèses.

Nous avons parlé de niveau « moyen » d'aptitude à la conservation, ce qui éveille l'idée de fluctuations de part et d'autre de ce niveau moyen, fluctuations dont nous aurons ultérieurement l'occasion de dégager certains principes.

Cette constatation de l'existence d'un certain niveau moyen d'aptitude propre à une laiterie, propre *peut-être*, à toute une région, n'est évidemment qu'une *constatation faite de prime abord* dont nous chercherons à analyser les facteurs plus profonds, seul moyen permettant de déterminer éventuellement des remèdes à cette situation.

TABLEAU VIII

BEURRES (MAI-SEPT.)



III. Il semble qu'il y ait une influence saisonnière bien marquée dans l'aptitude à la conservation. Au cours des mois de mai à septembre, cette aptitude ne varie pas toujours fortement dans un sens déterminé. Les beurres de juillet et août auraient cependant tendance à s'altérer plus rapidement que les beurres de juin.

Qu'il y ait une influence saisonnière sur l'aptitude à la conservation, il semble qu'on puisse l'avancer, bien que nous n'ayons qu'un nombre de résultats assez restreints portant sur des beurres fabriqués en dehors de la saison normale de stockage.

Déjà dans le groupe régional n° 1 (tableau n° III), nous relevons les résultats défectueux des beurres de novembre et de février dans le cas de la laiterie n° 8 après 3 mois.

Les beurres d'octobre, en général, paraissent encore présenter une aptitude à la conservation assez favorable.

Dans le groupe régional n° II (tableau n° IV) où nous avons les laiteries les plus remarquables quant au degré de conservation, nous relevons les résultats relativement mauvais, enregistrés avec les beurres de novembre et avec les beurres de février /mars dans le cas des laiteries n°s 7 et 13 et surtout dans le cas de la laiterie n° 17 pour le beurre de mars. C'est le seul cas où nous retrouvons pour cette laiterie au bout de 3 mois, un beurre qui a tendance à devenir de qualité médiocre.

Ce cas des beurres de février-mars paraît d'autant plus intéressant à relever dans l'étude du processus d'altération des beurres de frigo, que l'on semble enregistrer, en général, des teneurs en cuivre plus faibles que la normale, le cuivre étant, comme nous le verrons, un grand élément catalyseur de l'altération. Cela trahirait donc une prédisposition, beaucoup plus marquée, à l'altération dans le cas de ces beurres d'hiver. Nous retenons cet élément, non pas comme ayant une portée pratique directe, l'entreposage de tels beurres n'étant jamais envisagé, mais comme élément dont il importe de tenir compte dans l'étude générale du processus de l'altération.

Le problème qui se pose, en pratique, dans le domaine qui nous occupe, serait celui de discerner si, de mai à septembre, l'un ou l'autre mois se montre plus favorable à la bonne conservation.

L'étude des éléments en notre possession jusqu'ici ne nous permet pas de tirer des conclusions formelles à cet égard, d'autant plus que nous n'avions en 1949 qu'un beurre de fin mai. Nous nous contenterons donc dans le tableau

TABLEAU IX. — *Influence de l'époque de la fabrication.*

Laiteries n^os	Beurres n^os	Juin			Beurres n^os	Juillet			Beurres n^os	Août		
		F.	3M	6M		F.	3M	6M		F.	3M	6M
2	9	31	31	30	22	31	32	29	36	31	29	25
4	13	36	27	26	28	33	26	15	41	31	20	15
7	6	38	37	35	20	37	40	38	32	38	40	35
8	11	36	30	28	25	40	31	29	38	37	32	25
9	16	33	30	25	29	36	30	25	44	34	35	37
11	14	38	32	32	27	35	33	27	40	33	30	20
13	7	37	37	36	19	37	38	27	33	36	33	28
15	10	37	37	35	21	34	38	31	37	34	33	29
16	12	35	26	24	26	37	22	15	39	30	24	15
Totaux		321	287	271		320	290	236		304	276	229

ci-après (tableau n° IX) de rapprocher, pour les divers mois en cause, les résultats enregistrés dans 9 laiteries permettant d'effectuer la comparaison visée. Si l'on effectue le total des cotes respectives obtenues à l'état frais, après trois mois, et après six-mois, et cela pour les mois de juin, juillet et août, on enregistre, en rapportant ces cotes à une cote à l'état frais de 100, les pourcentages suivants :

	Frais	3 mois	6 mois
Juin	100	89,4	84,4
Juillet	100	90,6	73,7
Août	100	90,7	75,3

Doit-on présumer de cela, en comparant les chiffres de 6 mois, qu'il y aurait tendance à une altération plus marquée pour les beurres de juillet et d'août que pour ceux de juin ? L'étude de l'évolution de l'indice de peroxyde (tabl. XXX à XXXII) semblerait l'accuser dans le cas des beurres de laiteries n^os 2, 11, 13, 15. Il y a cependant des résultats en sens opposé (laiterie n° 9). En attendant confirmation ou infirmation par les résultats des travaux ultérieurs, nous ne pouvons encore nous prononcer formellement sur ce point.

IV. Les qualités organoleptiques du beurre à l'état frais ne permettent aucunement de présumer de l'aptitude à la conservation.

Nous n'avons pas à démontrer longuement la chose. Il suffit de parcourir les tableaux synthétiques des résultats d'expertises (tableaux n^os III, IV, V) et les diagrammes figurant les moyennes des résultats par laiterie aux diverses expertises (tableau VIII) pour se rendre compte immédiatement qu'on ne peut trouver la moindre corrélation entre la qualité du beurre à l'état frais et son aptitude à la conservation.

Nous constatons presqu'au contraire qu'une forte proportion des meilleurs beurres s'altère très rapidement (tableau région I) et que des beurres qui ne sont quasiment que de qualité moyenne à l'état frais, présentent une aptitude remarquable à la conservation (laiterie nº 15).

Nous avons même constaté des cas (laiterie nº 17, échantillons nºs 52 à 59) où le beurre présentait, à l'état frais, un léger défaut (goût de pharmacie), lequel ne se représentait plus après 3 mois de séjour en frigo. Ceci explique certains relèvements des cotations en cours de la période de conservation, chose qui, à première vue, paraît assez anormale. Un autre cas typique à cet égard est celui du beurre hollandais nº 52.

Est-ce à dire qu'il ne faille pas du tout s'intéresser à la qualité du beurre à l'état frais, lorsqu'il s'agit de stocker ? Loin de nous l'idée de vouloir le prétendre. Un beurre de qualité moyenne, mis en frigo, restera, tout au plus, de qualité moyenne, même s'il présente une remarquable aptitude à la conservation, car les cas d'amélioration en cours de conservation ne sont que l'exception et on ne peut prétendre que des résultats comme ceux des beurres des laiteries nºs 1, 2 ou 5, soient des modèles à proposer en exemple.

Le type idéal du beurre de frigo, pour ce qui est des beurres belges, nous le rencontrons dans les beurres de la laiterie nº 17, notamment, beurre de bonne qualité à l'état frais, et d'une remarquable aptitude à la conservation. (exception faite toutefois pour un échantillon de mars, échantillon qui ne constitue qu'un sujet d'étude, sans intérêt direct pour la pratique).

V. Les caractéristiques de la technique de préparation du beurre sont-elles sans influence sur l'aptitude à la conservation ?

1. Influence de la nature et de l'état de la matière première.

Il s'agit ici de se montrer très circonspect dans l'interprétation des résultats, car nous nous trouvons dans un des domaines où l'on pourrait aboutir à des conclusions un peu trop simplistes si l'on ne tient pas compte de l'enchevêtrement des facteurs qui peuvent réagir sur l'aptitude à la conservation.

Que l'on travaille du lait, ou que l'on travaille des crèmes fraîches, récoltées journellement, dans de bonnes conditions, nous ne croyons pas que cela puisse avoir une influence sérieuse sur l'aptitude à la conservation (même si cela pouvait se traduire par une légère différence de cotation pour le beurre à l'état frais, les conditions étant, peut-être, un peu plus favorables dans le cas des installations ramassant le lait, pour autant que le travail s'y fasse avec soin).

Où l'on pourrait, à première vue, trouver une base de différenciation, au point de vue aptitude à la conservation, c'est entre les laiteries travaillant une matière première fraîche (lait ou crème) et les laiteries travaillant une matière première déjà plus ou moins altérée (vieilles crèmes). C'est le cas des laiteries de la région III (voir tableau V). Ici nous nous trouvons généralement devant des beurres de qualité moyenne à l'état frais, mais montrant une aptitude à la conservation assez remarquable si l'on considère la chute relativement minime

entre les cotations aux divers stades de conservation. Cette situation est d'ailleurs bien illustrée dans les tableaux VII et VIII où l'on relève les moyennes des cotations de mai à septembre.

Ces laiteries ont également ceci de caractéristique, (nous l'avons déjà rapporté plus haut), que l'altération ne se traduit généralement pas, par l'apparition du goût de « poisson » mais par une lente décomposition donnant un goût de « caséeux » — « graisseux » et de « vieilles crèmes », comme l'appellent les experts. La montée relativement lente de l'indice de peroxyde fait aussi ressortir cette différenciation bien marquée du processus d'altération. (tableau XXXII).

Est-ce bien, là, l'influence de l'état de la matière première, ou s'agit-il plutôt d'une influence que nous appellerons de prime abord « régionale » ? Nous ne nous prononcerons pas nettement sur ce point. En faveur de la thèse d'une influence « régionale », nous noterions le fait que dans l'une ou l'autre laiterie, travaillant de vieilles crèmes, nous avons enregistré l'apparition assez rapide du goût de poisson (la laiterie n° 12 notamment — la laiterie n° 3 également). Il est vrai que nous avons décelé dans ces cas des « pointes » de teneur en cuivre comme nous n'en avons pas rencontrées généralement dans la région. Examinant les données en notre possession à la fin de cette première année d'études, nous n'oserions donc pas exclure *complètement* l'hypothèse d'une influence de l'état de la matière première sur le type d'altération qui se manifeste dans les beurres en ce sens que des beurres faits de « vieilles crèmes » montreraient *peut-être* moins de propension à une altération d'oxydation (ce qui n'en exclut pas d'autres). Nous retenons également, comme possible, à l'origine de ce comportement typique, l'intervention de facteurs que nous appellerons provisoirement « régionaux ».

2. Influence de la température de pasteurisation des crèmes.

Tous les spécialistes qui se sont déjà occupés de l'aptitude des beurres à la conservation en frigo, ont été assez unanimes à recommander la pasteurisation à température assez élevée (1, 2, 3, 14, 18). C'est un fait bien connu d'ailleurs, que, dans le lait soumis à une température élevée, il y a formation de produits réducteurs. Certains spécialistes de beurres de frigo ont du reste tendance à rechercher le beurre présentant, à l'état frais, un léger goût de « brûlé ».

Nous avons tenté, à quelques reprises, d'apprécier l'influence de ce facteur sur l'aptitude à la conservation dans l'une ou l'autre laiterie dont le beurre s'altère très rapidement. Ces rares essais n'ont donné aucun résultat patent. Nous ajouterons que les conditions d'essai étaient généralement défectueuses du fait que, dans plusieurs laiteries, il est difficile de maintenir le pasteurisateur à très haute température pendant toute la durée de l'essai. Ce point reste donc à examiner.

De façon générale, nous pouvons constater que, dans les laiteries du groupe I, la tendance est à une pasteurisation à température sensiblement plus basse et surtout à température très variable, les écarts extrêmes pouvant être

très importants (plus de 10° dans certains cas). Voir à ce sujet les laiteries nos 16 et 4 notamment, dont les beurres sont les plus défectueux quant à la conservation.

Dans les laiteries des « régions » II et III, la température de pasteurisation est, en général, très élevée ; le travail à cet égard est beaucoup plus régulier et les écarts de température sont assez minimes (la température reste le plus souvent au-dessus de 90°). Voir notamment les laiteries nos 7, 17, 15 et 13 dont les beurres se conservent bien.

Nous ne pouvons apporter pour le moment plus d'éléments dans ce chapitre. Vu l'enchevêtrement des facteurs susceptibles d'exercer leur action, vu le concours de circonstances qui fait que c'est précisément dans la zone où les beurres sont les plus altérables, que l'on a tendance à pasteuriser à plus basse température, et que l'équipement existant ne permet pas toujours de pallier à ce vice de la technique, une étude plus poussée de cette question devra être faite expérimentalement.

TABLEAU X. — *Températures de pasteurisation.* — °C.

Groupe I	*Groupe II*	*Groupe III*
Laiterie 8	*Laiterie 7*	*Laiterie 1*
85-90	90-96	87
86-92-85	90-91-92	87-90
70-94-92-84	88-92	*Laiterie 2*
90-85-95-92	95	90-95
Laiterie 16	95	90-95
82-85	*Laiterie 17*	80-96
75-80	90	*Laiterie 5*
50-70	90-92	92
82-85	92-94 (8 cas)	90-92
85-86	*Laiterie 13*	*Laiterie 15*
Laiterie 9	88	95-96
90-92	92-93	93-94-95
92-95	92-93	92-93
90-94	92-93	92-93
Laiterie 11	90-94	
90-94	90-94	
85-90	80-92	
90-95		
96-97		
Laiterie 4	*Laiterie 10*	
85-90	85	
78-82-85	84-92	
	92	
	92	
	93-83	
	86-92	

3. Influence du degré de maturation des crèmes.

Pour juger de l'influence du degré de maturation des crèmes, on devrait prendre logiquement comme base d'appréciation, l'acidité du « plasma » de la crème, ce que nous avons appelé l'acidité du « non-gras » » pour corriger l'influence de la teneur très variable en matière grasse.

Il est un autre élément d'appréciation du degré de maturation, élément dont il vaut mieux tenir compte dans le cas présent, c'est le pH du beurre lui-même. Le nombre et les modalités de lavage du beurre peuvent en effet conduire à des pH sensiblement différents pour des beurres issus de crème de même acidité réelle, et comme, en définitive, c'est l'acidité du beurre lui-même qui joue un rôle, c'est sous cet angle que nous examinerons le problème du degré de maturation des crèmes.

Si nous rangeons par grandes catégories de pH, les beurres belges que nous avons eu l'occasion d'examiner, et que nous faisons dans chaque catégorie un départ entre les beurres de très mauvaise aptitude à la conservation et les beurres d'aptitude moyenne ou bonne, le critère retenu étant l'apparition du goût de poisson après 3 mois, nous trouvons les résultats ci-après. (voir tableau XI).

De façon générale, on peut dire qu'à un pH en dessous de 5,0, il y a sensiblement autant de cas de bonne que de mauvaise conservation suivant les prédispositions du beurre et l'influence d'autres facteurs que nous examinerons ultérieurement.

L'acidité n'est donc pas nécessairement un facteur de mauvaise conservation, mais elle agit comme un catalyseur en présence d'autres facteurs d'altération.

Tableau XI.

pH	Nombre d'échantillons rangés dans chaque catégorie	Nombre d'échantillons de chaque catégorie	
		ne présentant pas le goût de « poisson » après 3 mois	présentant le goût de « poisson » après 3 mois
< 4.5	2	1	1
de 4,5 à 5,0	49*	23	26
de 5,0 à 6,0	12	11	1
⩾ 6,0	2	2	0
	65	37	28

* Dans cette catégorie, nous n'avons retenu qu'un des échantillons, prélevés en septembre à la laiterie n° 17, et qui donnaient des résultats identiques à la conservation.

Aux pH de 5,0 à 6,0 nous rencontrons, à peu près, tous cas de conservation sans apparition du goût de poisson. Il importe cependant d'interpréter à bon

escient les résultats de cette statistique. Nous rencontrons surtout dans cette catégorie des beurres préparés à partir de vieilles crèmes, et cette circonstance tout aussi bien qu'un facteur d'ordre régional peut expliquer en partie le résultat favorable enregistré dans cette catégorie de pH.

Au pH $\geqslant$ 6,0 nous avons à faire à des beurres faits de crèmes dont la maturation est à peu près nulle, et nous noterons spécialement à cet égard l'échantillon n° 72 de la laiterie n° 10 fait de crème douce, en comparaison avec un beurre n° 71 de la même laiterie, beurre fait de crème acidifiée. Comme tous les échantillons prélevés antérieurement dans cette laiterie présentaient rapidement le goût de poisson, nous avions fait l'essai de préparation à l'aide de crème douce. Les résultats ont été plus favorables que les résultats enregistrés pour le beurre de crème acide. (cote 38 après 6 mois, contre la cote 33 pour le beurre acide). L'essai eût pu être cependant plus convaincant si le beurre de crème acide avait présenté les mêmes caractéristiques que les échantillons prélevés antérieurement dans cette laiterie. En réalité, on notait tout au plus, pour ce beurre acide, un très léger goût de poisson après 3 mois.

La préparation des beurres doux, solution qui a déjà été préconisée en Hollande (1, 2, 14), en Allemagne et en Suisse (3, 6), comme palliatif à l'apparition du goût de poisson, présente du point de vue technique certains inconvénients, notamment les pertes en matières grasses dans le babeurre. Il faut essayer d'y parer par un écrémage du babeurre, chose qui n'est pas toujours aisée. Ce problème de la préparation de beurre doux retiendra ultérieurement notre attention.

4. Influence du lavage du beurre.

Pour apprécier cette influence, nous tiendrons compte du pourcentage du non-beurre sec retrouvé dans le beurre.

Si nous procédons ici, comme nous l'avons fait antérieurement pour le pH, nous aboutissons aux résultats suivants :

Tableau XII.

Catégories de teneurs en non-beurre sec	Nombre d'échantillons dans chaque catégorie	Nombre d'échantillons de chaque catégorie	
		ne présentant pas le goût de « poisson » après 3 mois	présentant le goût de « poisson » après 3 mois.
0,4 à 0,6%	5	4	1
0,6 à 0,8%	33*	25	8
0,8 à 1,0%	17*	7	10
$\geqslant$ 1,0%	11	2	9
	66	38	28

× Nous faisons abstraction dans ces catégories de 6 des échantillons de la laiterie n° 17 prélevés en septembre et n'avons retenu que les 2 extrêmes.

A première vue, on pourrait dire qu'un lavage assez poussé, aboutissant à une teneur en non-beurre assez faible, aurait tendance à favoriser la conservation.

Ce facteur n'est pas cependant déterminant, à preuve la teneur élevée en non-beurre sec rencontrée dans les beurres danois.

Il faut donc interpréter cette donnée avec beaucoup de prudence, et tenir compte de l'enchevêtrement d'autres facteurs. Nous constatons notamment des teneurs en non-beurre assez faibles dans les beurres de la région III. La conservation relativement bonne de ces beurres, peut procéder d'autres facteurs, comme nous l'avons dit précédemment. D'autre part, nous constatons une teneur assez élevée en non-beurre dans des beurres de mars, chose peut-être accidentelle, mais qui est de nature à fausser quelque peu les déductions dans le cas qui nous occupe.

Notons cependant d'autre part que pour la laiterie n° 9, nous avons enregistré un cas exceptionnel de bonne conservation (cote 38 après 9 mois). Parmi les éléments susceptibles d'expliquer la chose, nous ne retenons à première vue qu'un abaissement de la teneur en non-beurre (les échantillons précédents n'étaient que peu ou pas lavés) et une teneur très faible en cuivre, élément également très important, et sur lequel nous reviendrons plus loin.

5. Influence du malaxage du beurre.

Pour juger de la perfection du malaxage, nous nous en rapporterons au chiffre conventionnel exprimant la répartition de l'eau dans le beurre.

Si, pour ce chiffre de répartition d'eau dans le beurre, nous dressons un tableau analogue aux tableaux dressés antérieurement pour le pH et pour le non-beurre, nous obtenons les résulstats ci-après :

Tableau XIII.

Catégories de chiffres de répartition d'eau	Nombre d'échantillons dans chaque catégorie	Nombre d'échantillons de chaque catégorie	
		ne présentant pas le goût de « poisson » après 3 mois	présentant le goût de « poisson » après 3 mois
0 à 5%	17*	11	6
5 à 10%	10	5	5
10 à 20%	13	8	5
20 à 40%	16	8	8
⩾ 40%	8	5	3

\+ en faisant abstraction de 5 des 6 échantillons de septembre de la laiterie 17 à ranger dans cette catégorie.

Ce tableau n'indique pas une tendance bien nette permettant de conclure à une influence marquée du degré de malaxage sur l'aptitude à la conservation au froid, alors que pour les altérations d'ordre biologique, la répartition d'eau exerce, semble-t-il, un rôle bien caractérisé.

VI. Des facteurs de composition chimique du beurre susceptibles d'exercer une influence sur l'aptitude à la conservation.

1. La teneur en cuivre.

Corrélation générale entre la teneur en cuivre et les divers indices de conservation.

A considérer les tableaux nos III, IV, V et VI où nous avons groupé par « région » et par laiterie, les teneurs en cuivre d'une part, les cotations d'expertises et la durée de conservation jusqu'à l'apparition du goût de « poisson » d'autre part, nous constatons que l'aptitude à la conservation paraît trouver un élément important d'explication dans la teneur du beurre en cuivre.

Pour faire apparaître la chose plus nettement, nous avons souligné dans la colonne des teneurs en cuivre, les cas de teneurs égales ou inférieures à 100 γ par kg. Nous constatons, dans la région I, que ce sont les rares cas où nous rencontrons une conservation moins défectueuse. Il y a même un cas exceptionnel de parfaite conservation : le cas de l'échantillon n° 44 de la laiterie n° 9. Il est curieux de constater que c'est le cas où la teneur en cuivre (75 γ) est la plus faible dans toute la série des beurres de ce groupe régional I. Comme nous l'avons dit précédemment au chapitre de l'influence du lavage, nous n'excluons pas a priori l'intervention d'autres facteurs dans ce cas d'aptitude à la conservation vraiment exceptionnelle pour cette série de beurres, mais il semble cependant que la faible teneur en cuivre puisse en être un élément très important.

Dans les laiteries du groupe régional II, la même corrélation apparaît, mais ici, on observe encore des cas de conservation passable, et même des cas de très bonne conservation avec des teneurs en cuivre sensiblement supérieures à 100 γ. C'est le cas notamment de l'échantillon n° 30 de la laiterie n° 17 de conservation parfaite avec 140 γ de cuivre. Il y a même pour la laiterie n° 7 avec l'échantillon n° 74, un cas de conservation encore assez satisfaisante avec 250 γ. Même constatation pour la laiterie n° 10, échantillon n° 71 avec 275 γ.

Ces cas sont cependant assez exceptionnels. Dans l'ensemble, les beurres des laiteries du groupe régional II obtiennent les résultats les plus satisfaisants. Remarquons que les teneurs en cuivre sont très souvent inférieures à 100 γ, ou ne dépassent guère 125 γ, du moins pour les 3 premières laiteries.

Notons tout particulièrement le cas de la laiterie n° 17 qui présente une série impressionnante d'échantillons de conservation parfaite, avec le plus souvent des teneurs en cuivre très inférieures à 100 γ.

Notons également que le beurre de crème douce n° 72 de la laiterie n° 10

ne contenait que 125 γ de cuivre par kg, alors que pour le beurre acide n° 71, la teneur était de 275 γ.

Il est une autre constatation qui nous frappe à la lecture de ces tableaux des groupes régionaux I et II. Nous enregistrons en général pour les beurres de février-mars une teneur relativement faible en cuivre, alors que ces beurres ont tendance à s'altérer plus rapidement que les beurres d'été ou même d'automne. L'étude que nous ferons ultérieurement de l'évolution de l'indice de peroxyde, nous montrera que ces beurres sont éminemment plus oxydables. Même dans le cas de la laiterie n° 17, le beurre de mars, au bout de 3 mois de conservation, a un indice de peroxyde de 0,5, alors que, pour presque tous les échantillons d'été, il était pratiquement nul.

Nous constatons donc bien ici qu'il serait vain de rechercher une corrélation absolue entre la teneur en cuivre et l'aptitude à la conservation, corrélation absolue dans le temps et dans l'espace. Le cuivre n'est en réalité qu'un catalyseur d'oxydation, et il est un autre facteur dont il importe de tenir compte : c'est la capacité de résistance du beurre lui-même à l'oxydation, capacité de résistance dont nous ne connaissons pas bien jusqu'ici, les éléments. Il importe de tenir compte de ce dernier facteur, dans l'interprétation des résultats.

Cette remarque trouve son application notamment dans les commentaires suivants sur les résultats du groupe régional III. La corrélation semble également bien marquée : la laiterie 15 présente des beurres d'aptitude très satisfaisante à la conservation, beurres avec des teneurs en cuivre inférieures à 100 γ. La laiterie qui a les teneurs les plus élevées en cuivre, est encore celle dont les cotations d'expertise sont les plus faibles. Où la corrélation paraît en défaut, dans cette zone III, c'est dans la durée de conservation jusqu'à l'apparition du goût de poisson. Ici, nous l'avons déjà souligné antérieurement, nous avons des beurres présentant pour la plupart un type d'altération particulier qui ne se traduit pas par le goût de « poisson ». Une influence « régionale » ou peut-être simplement une influence de la nature de la matière première (crèmes fermières), semble se manifester car en fait l'évolution de l'indice de peroxyde indique cette plus forte résistance.

Corrélation assez satisfaisante entre la teneur en cuivre et l'aptitude à la conservation, corrélation plus nette encore lorsque l'on groupe les beurres par régions, c'est ce que traduisent de façon éloquente et sous un autre aspect les tableaux n^os XIV à XIX.

Dans tous ces tableaux, nous rapprochons les teneurs en cuivre, et les indices de peroxyde que présentent les beurres aux divers stades de conservation.

Comme nous aurons l'occasion de le montrer ultérieurement, par des graphique, (tableaux n^os XXX, XXXI, XXXII), il y a une certaine relation entre l'évolution de l'indice de peroxyde et l'évolution de la qualité exprimée par les cotations des experts pour le goût. L'indice de peroxyde nous permet donc de matérialiser l'altération par des chiffres, et de rechercher une corrélation entre la teneur en cuivre et le degré d'altération.

Cette corrélation nous l'avons tout d'abord recherchée pour les échantillons prélevés de mai à septembre dans l'ensemble du pays (tableau nº XIV, indice de peroxyde au bout de 3 mois ; tableau nº XV, indice de peroxyde au bout de 6 mois ; tableau nº XVI, indice de peroxyde au bout de 9 mois)

Le tableau nº XIV (3 mois) marque nettement l'existence d'une corrélation entre la teneur en cuivre et l'allure de l'oxydation, en même temps, l'existence d'une certaine corrélation entre l'indice de peroxyde et l'apparition du goût de « poisson ». Celle-ci se situe généralement à un indice de peroxyde d'environ 0,4. Ce tableau paraît, également, trahir l'existence d'une zone critique de teneur en cuivre, se situant aux environs de 120 γ.

Dans le tableau nº XV mentionnant les indices de peroxyde après 6 mois de conservation, la corrélation, ne s'accuse plus aussi régulière, l'indice de peroxyde ayant tendance à se stabiliser lorsqu'il a atteint un certain palier, Ici surtout, une « cassure » assez nette entre les beurres à goût de « poisson » et les beurres ne présentant pas ce goût semble situer vers les 120 γ la teneur critique en cuivre.

Le tableau nº XVI indiquant les résultats après 9 mois de conservation offre, peut-être, moins d'intérêt du point de vue pratique.

La corrélation s'accuse toujours très nettement avec la tendance au palier pour les beurres les plus oxydables. Nous notons ici un abaissement assez marqué de la teneur critique en cuivre, vers les 80-90 γ et constatons aussi la progression assez régulière de l'avance des beurres à goût de « poisson » ce qui montre que réellement l'élément mis en corrélation, la teneur en cuivre, joue un rôle dans le phénomène en cause.

Il est pourtant un secteur de ces trois tableaux qui jette une note discordante dans l'établissement d'une corrélation assez serrée. C'est la partie du tableau groupant les résultats dont le peroxyde est inférieur à 0,4 pour 3 mois, à 0,5 pour 6 mois, pour des teneurs en cuivre de 120 à 170 γ.

Précisément, cette note discordante semble nous annoncer une autre influence, une influence « régionale ». Ces beurres sont précisément ceux de la zone III dont les caractères différentiels sont bien marqués, ainsi que nous l'avons noté précédemment.

Cette influence « régionale » nous la retrouvons bien caractérisée dans les tableaux nºs XVII, XVIII, XIX, groupant l'ensemble des résultats de 3 mois et de 6 mois de conservation par « régions ». Ici nous ne nous sommes plus limités aux beurres de mai à septembre, mais nous avons repris tous les échantillons examinés.

Les critères de chacune des « régions » sont bien mis en évidence. Région I : beaucoup de teneurs très élevées en cuivre (laiteries nºs 16 et 4 notamment) et surtout teneur critique en cuivre assez basse : à 90 γ on enregistre encore des goûts de poisson.

Régions II : Grande majorité des teneurs en cuivre inférieures à 125 γ. Teneur critique en cuivre sensiblement plus élevée : 120-140 γ. Les résultats

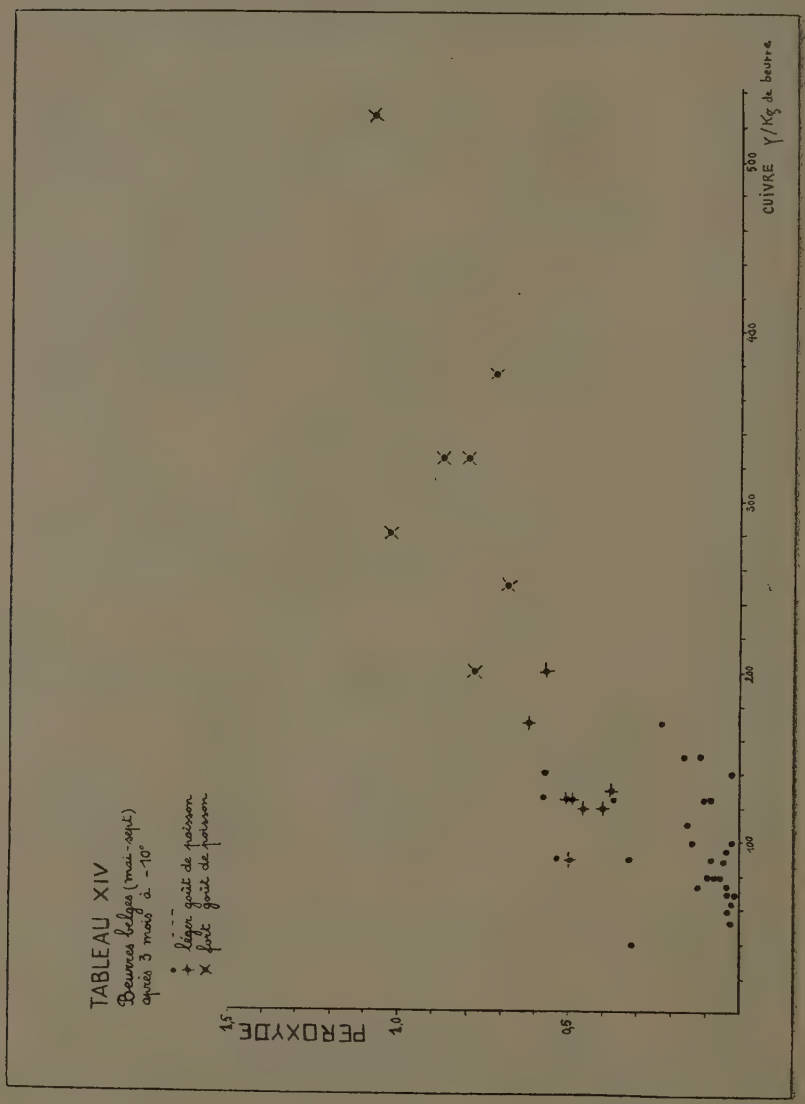


TABLEAU XIV
Beurres belges (mai-sept.)
après 3 mois à -10°
• + léger goût de poisson
× fort goût de poisson
PEROXYDE
1,5
1,0
0,5
100
200
300
400
500
CUIVRE γ/Kg de beurre

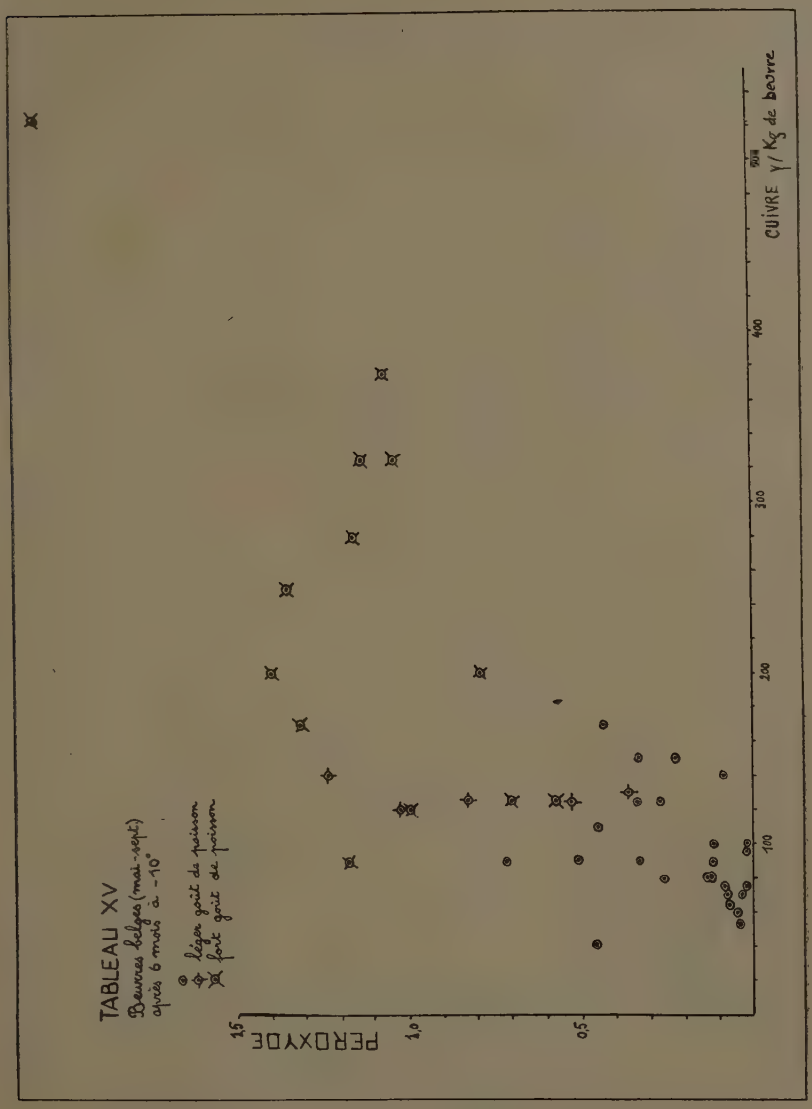


TABLEAU XV
Beurres belges (mai-sept)
après 6 mois à -10°
léger goût de poisson
fort goût de poisson
PEROXYDE
1,5
1,0
0,5
100
200
300
400
CUIVRE γ/Kg de beurre

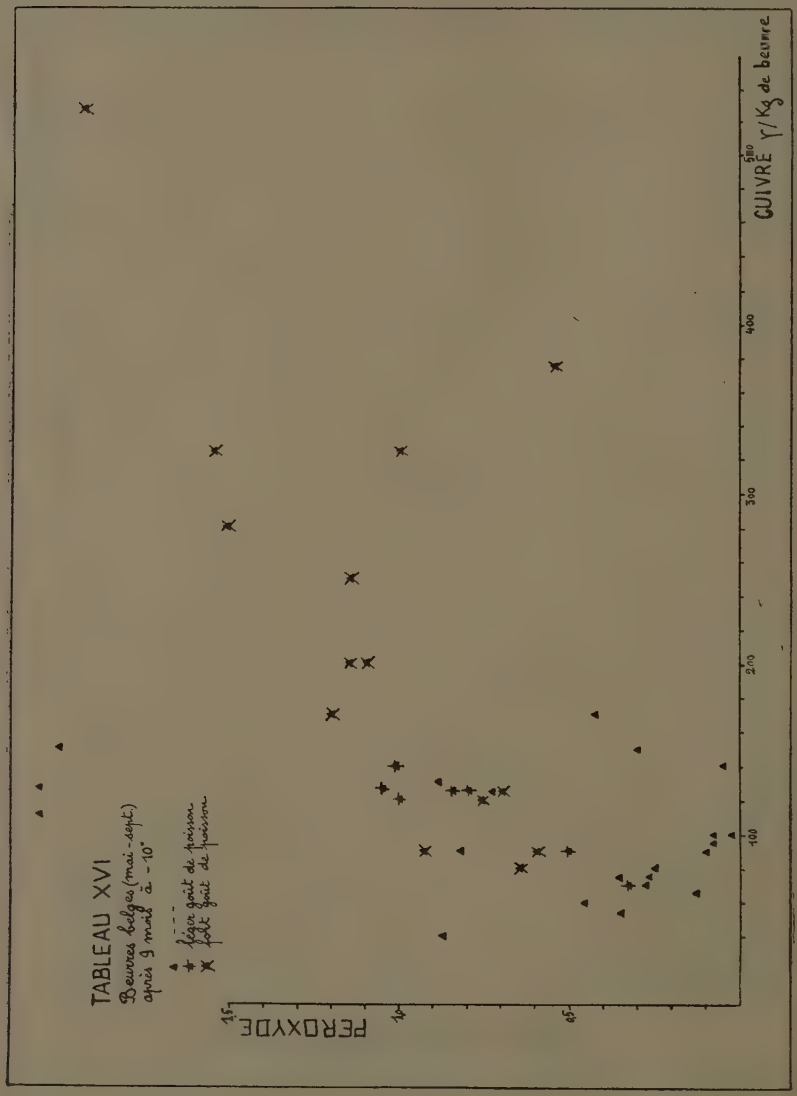


TABLEAU XVI
Beurres belges (mai-sept.)
après 9 mois à - 10°
▲ ▲ Légère goût de poisson
✱ ✱ Fort goût de poisson
PEROXYDE
15
14
45
100
200
300
400
CUIVRE γ/Kg de beurre

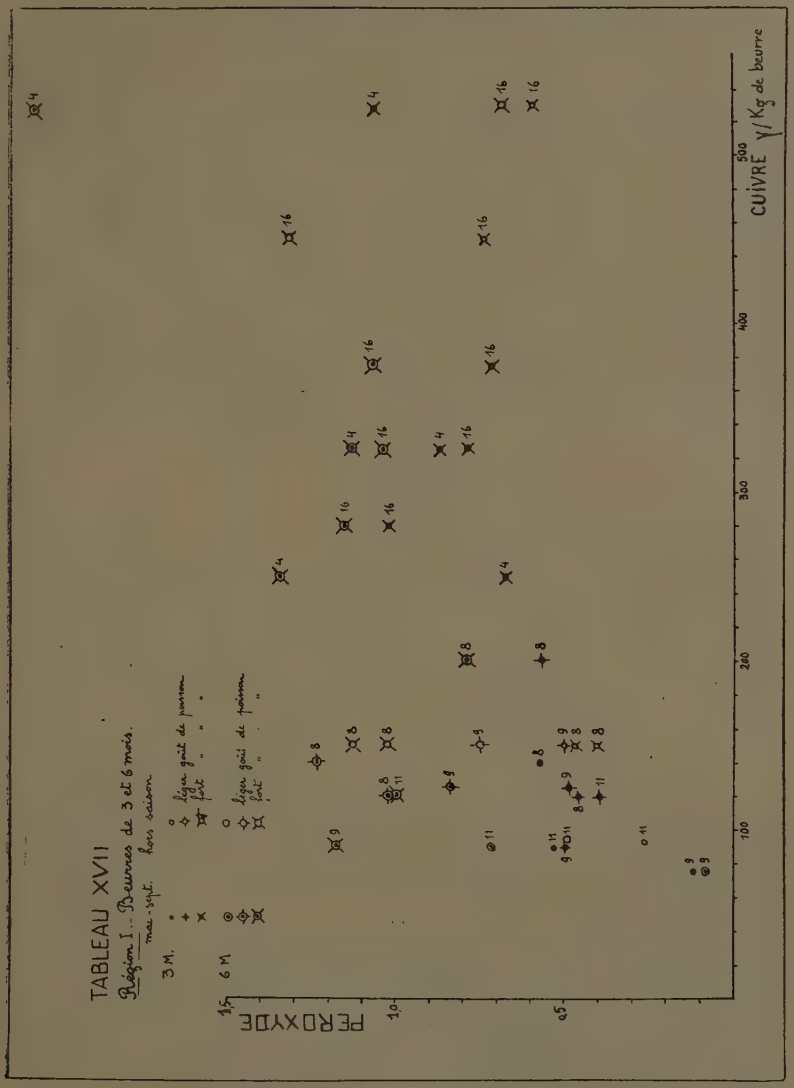
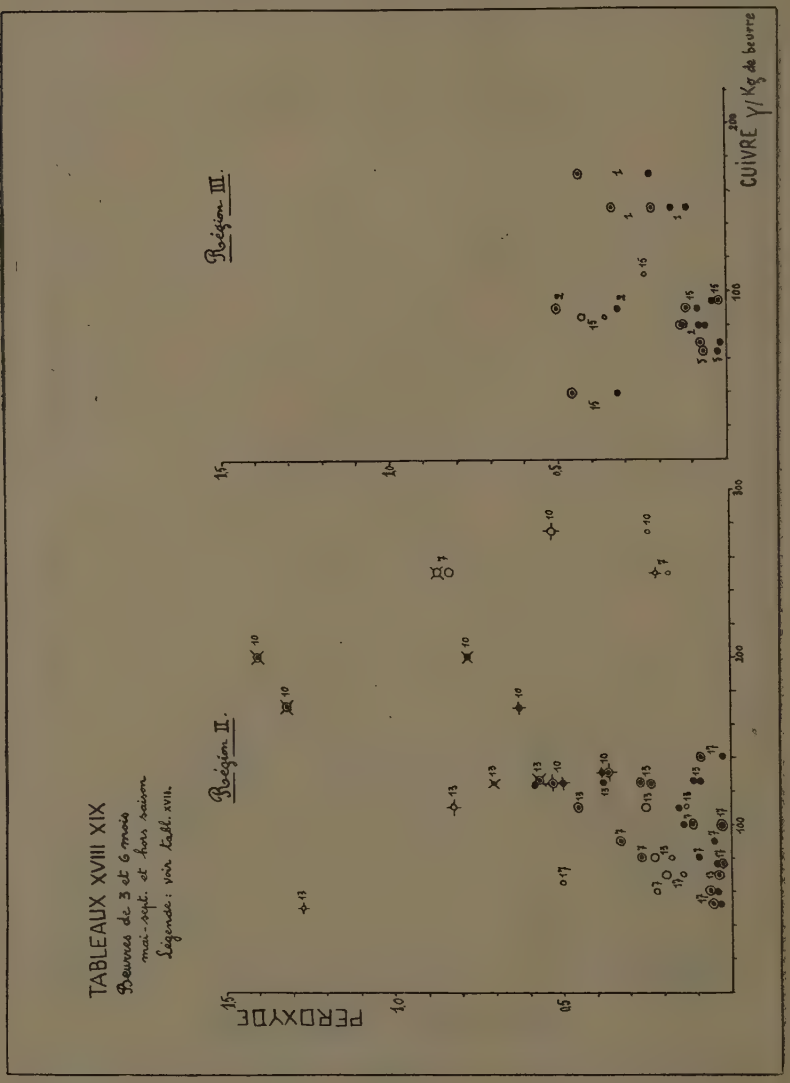


TABLEAU XVII
Région I. - Beurres de 3 et 6 mois.
mai-sept. hors saison
3 M.
6 M
ligne goût de poisson
PEROXYDE
CUIVRE γ/Kg de beurre
1,5
1,0
0,5
100
200
300
400
500


TABLEAUX XVIII XIX
Beurres de 3 et 6 mois
mai-sept. et hors saison
Légende : voir tabl. XVII.
Région II.
Région III.
PEROXYDE
CUIVRE γ/Kg de beurre

situés dans le secteur supérieur gauche du tableau, paraissent nettement discordants, se rapportent précisément à des beurres de février-mars.

Région III : beurres très peu oxydables, ne manifestant pas le goût de poisson même avec des teneurs en cuivre atteignant 170 γ.

Cette répartition en «régions» est peut-être encore assez grossière et demande de plus amples précisions. Dans l'état actuel du travail, nous devons cependant en rester à ce stade.

Pour synthétiser l'ensemble des résultats, nous dresserons ci-dessous un petit tableau général donnant les moyennes des teneurs en cuivre pour juin, juillet et août et la moyenne des durées de conservation jusqu'à l'apparition du goût de « poisson », par laiterie et par région. Il est à remarquer que la durée de conservation déterminée par ce critère fausse les idées en ce qui concerne la région III : en 9 mois, ces beurres n'ont pas le goût de « poisson », mais beaucoup ont subi une forte altération d'un autre type, ce qui n'est pas le cas pour la région II. Nous avons simplement voulu faire ressortir la corrélation entre teneur en cuivre et goût de « poisson ».

TABLEAU XX.

RÉGION I			RÉGION II			RÉGION III		
Lait. n°	Teneur moyenne Cu γ/kg	Durée moyenne cons.	Lait. n°	Teneur moyenne Cu γ/kg	Durée moyenne conserv.	Lait. n°	Teneur moyenne Cu γ/kg	Durée moyenne conserv.
8	153	4 mois	7	90	> 9 mois	1	156	> 9 mois
16	326	± 2 mois	17	103	> 9 mois	2	83	id.
9	96	> 4 mois	13	106	8 mois	5	67,5	id.
11	120	5 mois	10	158	> 2 mois	15	75	id.
4	366	± 2 mois						

Ce rôle que paraît jouer la teneur en cuivre dans l'aptitude du beurre à la conservation, pose tout naturellement des questions sur l'origine de celle-ci et éventuellement sur les lois de son évolution puisque nous constatons pour une même laiterie des teneurs assez variables au cours des différentes saisons.

Cette teneur en cuivre est-elle naturelle ? Il ne semble pas dans tous les cas. Pour des laiteries assez voisines, nous enregistrons des teneurs du simple au double, ce qui paraît exclure cette hypothèse. Pour la laiterie n° 8, 153 γ de teneur moyenne pour juin, juillet et août ; pour la laiterie n° 16, 326 γ. Idem pour les laiteries n^{os} 4 et 11 par exemple : 120 et 336 γ. Il semble donc que, à côté du cuivre « naturel », il y ait du cuivre « d'apport » provenant du matériel en mauvais état (étamage disparu) et il y a là, pour les laiteries, un examen qui s'impose.

Pour ce qui est du cuivre « naturel » sa teneur paraît varier assez sensiblement parfois au cours des différents mois. Les données que nous possédons, ne nous

permettent pas d'émettre des hypothèses quant à la régularité éventuelle de ces variations, régularité observée par des expérimentateurs hollandais, pour ce qui est des variations saisonnières (19).

Nous nous contenterons, à cet égard, de rappeler pour les laiteries de chaque région les teneurs en cuivre des différentes époques de fabrication, en ne prenant dans chaque groupe que les laiteries où la quantité de cuivre « d'apport » doit être la plus minime.

TABLEAU XXI. — *Teneurs en cuivre γ/kg.*

Région I

Laiteries	n° 8	n° 9	n° 11	Moyennes
Juin	200	125	90	138
Juillet	120	90	120	110
Août	140	75	150	121
Octobre-Novembre	150	150	90	130
Février	120	—	—	—

Région II

Laiteries	n° 7	n° 17	n° 13	Moyennes
Juin	80	100	70	83
Juillet	100	140	125	121
Août-Septembre	90	61	121	90
Octobre-Novembre	250	70	95	138
Mars	60	63	80	68

Région III

Laiteries	n° 2	n° 5	n° 15	Moyennes
Juin	80	70	95	81
Juillet	80	65	90	78
Août-Septembre	90	—	40	65

2. LA TENEUR EN FER.

Nous ne sommes pas parvenus à déceler une influence nettement favorable des faibles teneurs en fer, ni nettement défavorable des fortes teneurs en fer sur l'aptitude à la conservation.

Si nous dressons, en effet, un tableau analogue aux précédents nous enregistrons les résultats suivants :

TABLEAU XXII.

Teneur en fer catégories γ/kg	Nombre total d'éch. dans chaque catégorie	*Nombre d'échantillons par catégorie*	
		ne présentant pas le goût de poisson après 3 mois	présentant le goût de poison après 3 mois
< 500	1	0	1
500 à 750	16*	12*	4
750 à 1000	37	18	19
1000 à 1500	9	6	3
1500 à 2000	4	3	1

× Tous les beurres de septembre de la laiterie 17, sont considérés comme un seul échantillon.

Il semble donc, en toute hypothèse, que la teneur en fer joue ici un rôle incomparablement moindre que celle en cuivre.

3. LA TENEUR EN EAU.

L'influence de la teneur en eau doit être également assez minime.

TABLEAU XXIII.

Teneur en eau catégories	Nombre total d'échant. par catégorie	*Nombre d'échantillons par catégorie*	
		ne présentant pas le goût de « poisson » après 3 mois	présentant le goût de « poisson » après 3 mois
< 14%	12	8	4
de 14 à 15%	20	11	9
de 15 à 16%	23	13	10
⩾ 16%	12	7	5

4. LA TENEUR EN DIACÉTYLE.

Pour le diacétyle, nous constatons la situation suivante :

TABLEAU XXIV.

Teneurs en diacétyle (mg kg)	Nombre d'échantillons par catégorie	Ne prennent pas le goût de poisson après 3 mois	Prennent le goût de poisson après 3 mois
0 à 0,5	10	7	3
0,5 à 1,0	28	18	10
1,0 à 1,5	22	12	10
⩾ 1,5	7	2	5

Cette situation semble donner raison à certains spécialistes qui pensent que les beurres à fort arome, les beurres « corsés », ne se conservent pas. En réalité, sans vouloir nier complètement une certaine influence du diacétyle, nous pensons cependant qu'il faut interpréter ces données avec circonspection. La région I produit beaucoup de beurres à arome prononcé et ce sont précisément ces beurres qui s'altèrent assez rapidement. D'autres facteurs que la teneur en diacétyle y contribuent évidemment.

5. L'indice de réfraction de la matière grasse.

Comme indice de la teneur de la matière grasse en acides gras non saturés, nous avons déterminé l'indice de réfraction et l'indice d'iode. Certains indices d'iode effectués au début de la recherche étant sujets à caution, par suite de l'emploi d'un réactif non suffisamment pur, nous examinerons l'influence, au point de vue conservation, de la composition de la matière grasse considérée uniquement sous l'angle de son indice de réfraction.

Tableau XXV.

Catégories d'indices de réfraction	Nombre total d'échantillons par catégorie	*Nombre d'échantillons par catégorie*	
		ne présentant pas le goût de « poisson » après 3 mois	présentant le goût de « poisson » après 3 mois
40 à 41	1	1	—
41 à 42	9	2	7
42 à 43	15	6	9
43 à 44	35	23*	12
44 à 45	4	4	—

(Même remarque que précédemment pour l'échantillon de septembre de la laiterie n° 17).

Constatation assez curieuse : ce sont précisément les beurres à indice de réfraction élevé, donc à teneur élevée en acides gras non saturés, qui se conservent le mieux. Ceci paraît en concordance avec ce que nous observons dans le cas de la consistance : c'est parmi les beurres à mauvaise « pâte » que nous rencontrons la plus forte proportion de beurres de bonne conservation, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

TABLEAU XXVI.

Catégories de consistances	Nombre total d'échantillons par catégorie	*Nombre d'échantillons par catégorie*	
		ne prenant pas le goût de poisson après 3 mois	prenant le goût
< 30	13	11	2
30 à 40	28	16*	12
40 à 50	8	4	4
⩾ 50	10	4	6

(× Même remarque que précédemment pour la laiterie nº 17.)

Peut-être cette tendance corrélative de part et d'autre résulte-t-elle d'un facteur de fond « régional », les beurres de la région I étant des beurres à indice de réfraction relativement plus bas, et à bonne consistance. Nous notons simplement cette observation sans vouloir généraliser, car pour les beurres danois la situation est nettement différente.

VII. Facteurs physiques — La densité des beurres.

Si nous considérons la *densité* des beurres, liée en partie à leur teneur en air, nous relevons encore ce qui pourrait paraître une anomalie, à savoir que c'est dans la catégorie des plus faibles densités que le pourcentage des beurres qui se conservent est le plus élevé.

Cela semblerait indiquer que la teneur en air ne joue pas un rôle prédominant.

Nous faisons simplement mention de cette observation sous réserve d'examen ultérieur.

TABLEAU XXVII.

Catégories de densités	Nombre total d'échantillons par catégorie	*Nombre d'échantillons par catégorie*	
		ne prenant pas le goût de « poisson » après 3 mois	prenant le goût de « poisson » après 3 mois
91 à 92	2	2	—
92 à 93	12	8*	4
93 à 94	31	15*	16
94	9	4	5

(× Même remarque que précédemment pour les beurres de la laiterie nº 17.)

VIII. L'état microbiologique des beurres. — Son évolution en cours de conservation et ses rapports éventuels avec l'aptitude à la conservation.

Les résultats d'examens de chacun des échantillons de beurre ne sont pas rapportés en détail.

Pour synthétiser ces résultats, nous les avons groupés dans les tableaux n^os XXVIII et XXIX, ci-après. Nous reprenons pour les beurres frais et les beurres après trois mois les catégories les plus typiques des composants de la flore et nous répartissons les résultats par catégories, (les chiffres indiquent le nombre d'échantillons dans chacune des catégories).

TABLEAU XXVIII. — *Beurres frais.*

Laiteries n^os		Total des germes /cc.			Coli /cc.			Caséolytiques /cc.			Levures /cc.		
		> 10.000.000	de 1 à 10.000.000	< 1.000.000	> 100	1 à 100	abs.	> 10.000	1000 à 10.000	< 1000	> 10.000	1000 à 10.000	< 1.000
Beurres belges	8	2	4	—	4	2	—	3	3	—	1	3	2
Région I	16	2	3	1	2	4	—	3	3	—	—	4	2
	9	—	4	—	—	3	1	—	—	4	1	—	3
	11	2	1	—	—	2	1	—	2	1	1	—	2
	4	1	2	—	—	3	—	1	2	—	—	—	3
Région II	7	2	3	1	—	5	1	—	—	6	1	2	3
	17	—	11	1	—	5	7	—	4	8	—	5	7
	13	2	6	—	—	4	4	—	3	5	—	3	5
	10	—	4	—	1	2	1	1	3	—	—	1	3
Région III	1	—	2	1	1	2	—	2	1	—	—	2	1
	2	—	1	2	2	1	—	2	1	—	—	1	2
	3	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—
	5	—	3	—	2	1	—	1	2	—	1	1	1
	15	2	2	—	1	1	2	—	1	3	—	—	4
Totaux		13	47	6	14	35	17	13	26	27	5	23	38
Beurres danois		—	—	3	—	—	3	—	—	3	1	—	2
» hollandais		—	1	3	—	—	4	—	—	4	1	2	1
» néo-zél.		1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—

TABLEAU XXIX. — *Beurres après 3 mois.*

Régions	Laiteries nos	Total des germes /cc.				Caséolytiques /cc			Levures /cc.	
		> 1.000.000	500.000 à 1.000.000	100.000 à 500.000	< 100.000	> 10.000	1.000 à 10.000	< 1.000	> 1.000	< 1.000
I	8	—	2	3	1	1	5	—	—	6
	16	1	—	4	1	3	1	2	1	5
	9	—	1	—	3	—	—	4	1	3
	11	1	—	2	—	—	—	3	—	3
	4	—	—	1	2	—	2	1	—	3
II	7	1	1	1	3	—	—	6	—	6
	17	—	—	2	10	—	1	11	—	12
	13	—	2	—	6	—	—	8	—	8
	10	—	—	1	3	—	—	4	—	4
III	1	1	—	—	2	—	3	—	1	2
	2	—	—	3	—	1	2	—	—	3
	3	—	—	1	—	—	1	—	—	1
	5	—	1	1	1	1	2	—	1	2
	15	—	1	1	2	—	1	3	1	3
		4	8	20	34	6	18	42	5	61

Pour ce qui est des beurres à l'état frais, notons que les laiteries nos 8, 16 et les laiteries à la région III présentent les signes de la plus forte réinfection après pasteurisation (voir colonne Coli > 100) et présentent en même temps les teneurs les plus élevées en caséolytiques. (ce qui confirme la constatation précédente). Il est fort possible aussi que dans la région III une partie du coli et une partie des caséolytiques viennent de la flore thermorésistante qui peut être plus notable dans le cas de traitement de vieilles crèmes.

La teneur en levures est surtout sous la dépendance de l'état de la baratte et ne présente pas de corrélation avec les indices précédents.

Pour ce qui est de l'évolution de la flore en cours de conservation, nous notons les caractéristiques ci-après :

1. Forte diminution du nombre total des germes, la vitesse de diminution étant cependant quelque peu variable suivant les cas. Alors qu'à l'état frais, nous avions 60 échantillons sur 66, présentant plus de 1.000.000 de germes, après 3 mois il n'y en a plus que 4 sur 66 qui présentent encore ce nombre de

germes. De 3 à 6 mois, la diminution se poursuit dans des proportions variables suivant l'importance de la flore restant après 3 mois.

2. Le Coli disparaît en général très rapidement.

3. La flore lipolytique n'est pas non plus résistante au froid.

4. Levures et moisissures y sont également très sensibles.

Notons cependant qu'il y a assez fréquemment des cas de beurres moisissant en frigo, cas que nous n'avons pas rencontrés au cours de nos essais.

5. La flore caséolytique paraît de loin l'élément le plus stable en cours de conservation. A l'état frais, 39 beurres sur 66 présentaient plus de 1.000 caséolytiques/cc. Après 3 mois, il en reste encore 24 sur 66 qui présentent cette caractéristique.

Quelle influence la flore des beurres peut-elle jouer dans l'aptitude à la conservation ?

Pour les beurres sujets à l'apparition très rapide du goût de poisson, il ne nous paraît pas, à première vue, qu'il puisse y avoir là, matière à intervention d'ordre biologique. Il s'agit d'une oxydation bien caractérisée, oxydation s'effectuant à basse température, oxydation catalysée par l'intervention des sels de cuivre. Ce processus d'altération ne paraît guère avoir de rapport avec une activité microbienne.

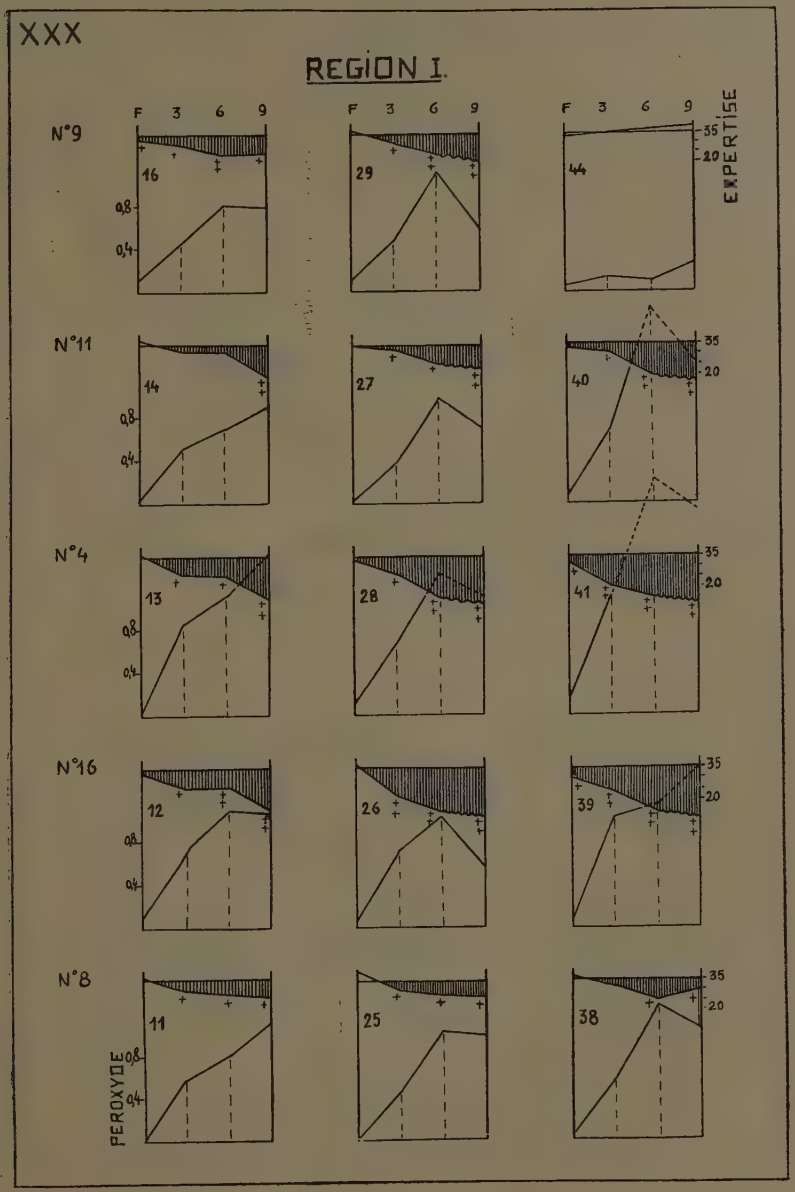
Pour les beurres sujets à d'autres types d'altérations, comme les beurres de la région III, il est peut-être difficile d'exclure, à priori, toute intervention biologique ou peut-être, enzymatique. Certaines de ces altérations paraissent procéder d'une lente « maturation », d'une lente « digestion ». Nous notons, en même temps, le degré de résistance au froid des espèces caséolytiques, et le nombre élevé de ce type de germes que l'on rencontre dans les beurres de la région en cause, autant d'éléments que nous versons au dossier de l'affaire, sans prendre nettement position sur ce point.

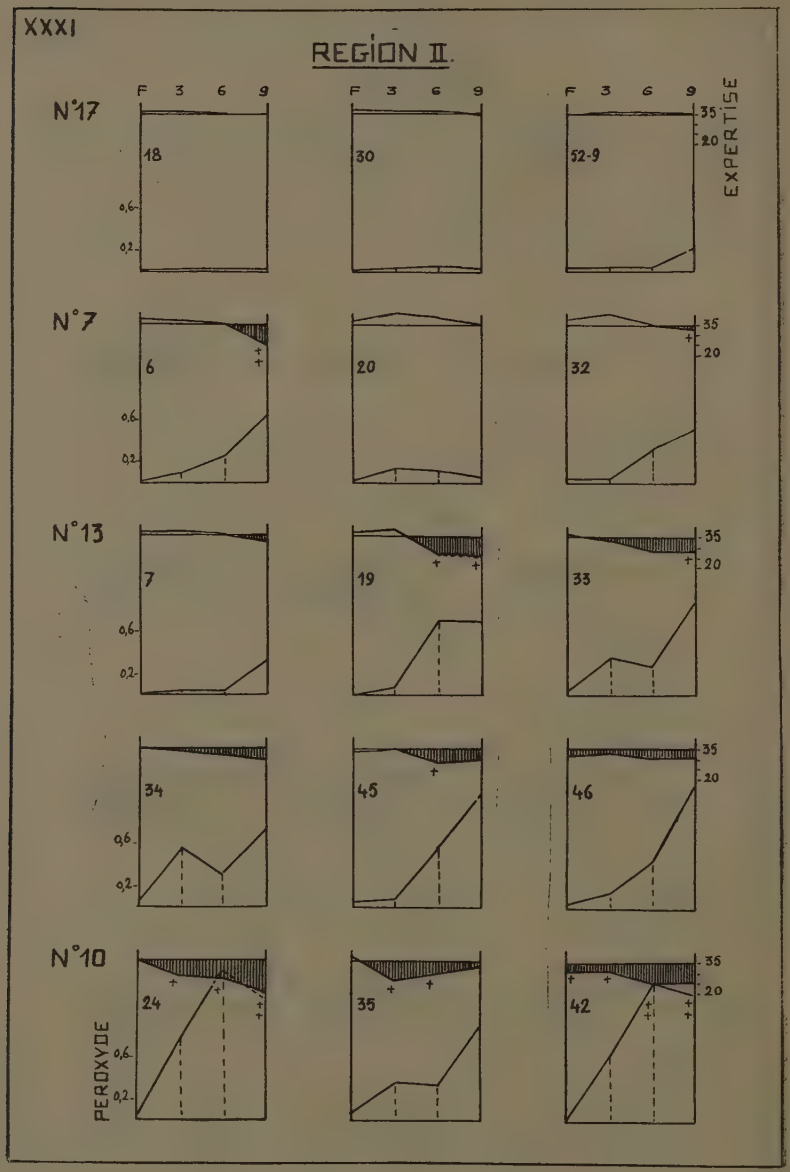
Cependant, ce que nous avons dit précédemment à propos de la qualité du beurre à l'état frais, reste vrai ici. Si un beurre présente à l'état frais un défaut dû à l'intervention de la flore, ce défaut ne disparaîtra pas, en général, en cours de conservation ; il aura même parfois tendance à s'accentuer. Il semble donc sage, en toute hypothèse, d'apporter à la préparation des beurres destinés au frigo un soin tout particulier.

IX. L'indice de peroxyde permet de suivre assez fidèlement le progrès de l'altération en cours de conservation en frigo.

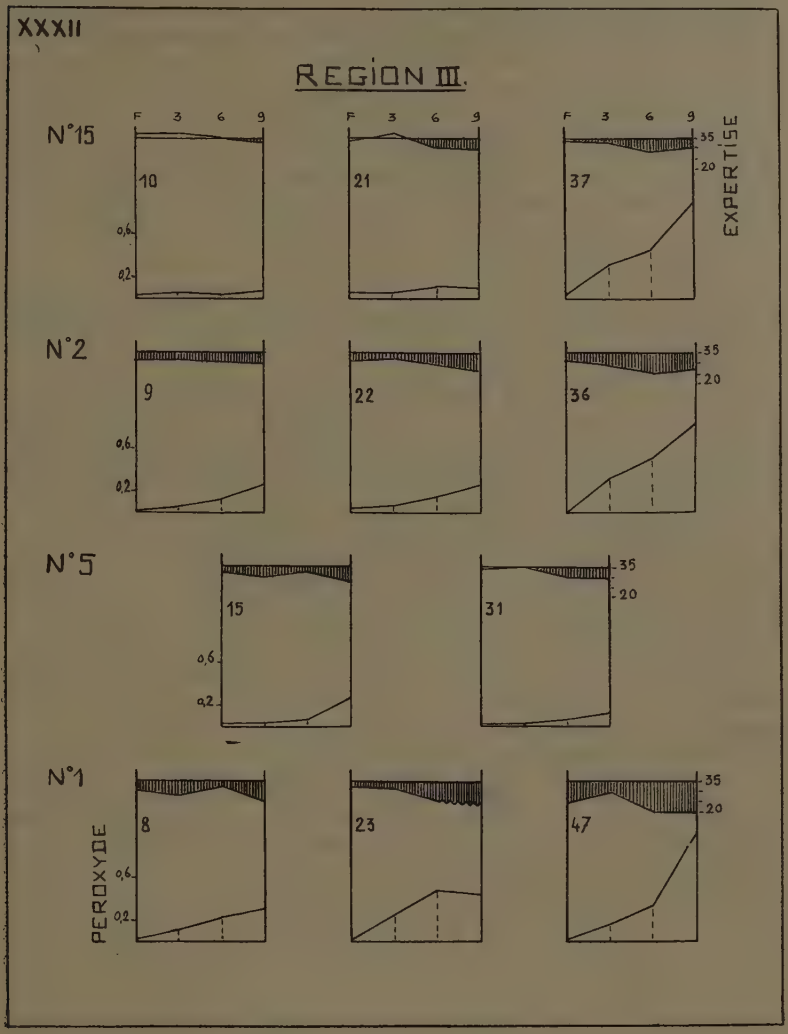
Des divers tests d'oxydation de la matière grasse que nous avons pu essayer (réactions de KREISS, de SCHIFF), l'indice de peroxyde, malgré les aléas qu'il peut présenter, est le seul qui nous ait traduit assez fidèlement les progrès de l'altération en cours de conservation.

Il suffira pour s'en convaincre de parcourir les tableaux n^os XXX, XXXI et XXXII où nous avons, pour les divers échantillons de beurre prélevés de


XXX
REGION I.
F 3 6 9
F 3 6 9
F 3 6 9
EXPERTISE
35
20
N°9
16
29
44
0,8
0,4
N°11
14
27
40
N°4
13
28
41
N°16
12
26
39
N°8
11
25
38
PEROXYDE


XXXI
REGION II.
N°17
N°7
N°13
N°10
F 3 6 9
18
30
52-9
6
20
32
7
19
33
34
45
46
24
35
42
0,6
0,2
35
20
EXPERTISE
PEROXYDE

XXXII


REGION III.
N°15
N°2
N°5
N°1
F 3 6 9
10
21
37
9
22
36
15
31
8
23
47
0,6
0,2
35
20
EXPERTISE
PEROXYDE

juin à août, groupés par laiterie et par région, dressé la courbe des valeurs de l'indice de peroxyde relevées après 3, 6 et 9 mois de conservation (partie inférieure des diagrammes) et d'autre part, la courbe des cotations d'expertise pour le goût (partie supérieure du diagramme). Des croix dans cette dernière partie annoncent l'apparition du goût de poisson à un degré plus ou moins accentué suivant le nombre de ces croix.

Dans la région I, nous notons en particulier une exaltation presque générale de l'indice de peroxyde en août (3^me échantillon), chose en partie expliquée pour les laiteries en cause par l'augmentation de la teneur en cuivre. Pour la laiterie n° 9, le cas vraiment remarquable de bonne conservation du n° 44 est à signaler.

Dans la région II, la laiterie n° 17 est hors pair, avec des indices de peroxyde qui rasent la ligne des abscisses. Les beurres de la laiterie n° 7 et de la laiterie n° 13 paraissent déjà plus oxydables. Enfin, la laiterie n° 10, est la moins bonne de la série.

Cette courbe de l'indice de peroxyde constitue ici une image approximative de l'aptitude de ces beurres à la conservation. Ici aussi, nous notons et bien nettement cette fois, une tendance à une plus rapide altération dans le cas des beurres d'août, et même souvent dans le cas des beurres de juillet. La laiterie n° 10 est un peu discordante à cause de ses fortes teneurs en cuivre.

Pour la région III, l'indice de peroxyde a tendance à être un peu trop flatteur en ce sens qu'il y a dans ces beurres une part d'altération qu'il ne semble pas traduire. Nous observons cependant, tenant compte de ce « décalage » une corrélation encore assez nette entre les deux courbes, ce qui montre qu'il y a néanmoins dans l'altération de ces beurres une part notable d'oxydation. Ici encore, nous relevons généralement une oxydabilité plus grande des beurres de juillet et surtout d'août par rapport à ceux de juin, ce que ne traduisent pas toujours aussi nettement les cotations d'expertise.

Nous signalons avec plaisir que ces trois tableaux nous confirment une certaine corrélation entre les appréciations des experts et les résultats du laboratoire, ce qui montre que les cotations d'expertise se confirment assez fidèlement à 3 mois de distance, et ne constituent aucunement un travail arbitraire.

H. CONCLUSIONS.

Tout en tenant compte de l'enchevêtrement des facteurs qui exercent leur influence dans le domaine envisagé, et des réserves que cette situation appelle, nous pouvons tirer, des recherches de cette première année, les indications ci-après :

1. Le problème de l'aptitude des beurres à la conservation en frigo se pose en Belgique avec des caractères bien marqués.

2. Il semble qu'il y ait pour le beurre de chaque laiterie, et peut-être pour

le beurre de toute une région, un certain niveau moyen d'aptitude à la conservation, et un type d'altération bien caractérisé. La nature de la matière première (lait ou crème à l'état frais, d'une part, crème fermière, d'autre part) pourrait jouer un certain rôle dans cet état de choses.

3. Il semble qu'il y ait une influence saisonnière dans l'aptitude à la conservation. Cependant, de mai à septembre, cette aptitude ne nous paraît pas toujours varier dans un sens déterminé. Nous notons toutefois, une plus grande oxydabilité des beurres d'août, et même de juillet par rapport à ceux de juin.

4. Les qualités organoleptiques des beurres à l'état frais, ne permettent aucunement de présumer de l'aptitude à la conservation.

5. Parmi les critères de la technique de préparation du beurre susceptibles d'améliorer le comportement à la conservation, nous notons surtout que la préparation des beurres à base de crème douce ou de crèmes peu acides et un lavage assez poussé semblent donner plus de chances de bonne conservation. Pour ce qui est de la pasteurisation, certaines observations militent en faveur d'une pasteurisation à température élevée.

6. La teneur en cuivre semble jouer un des grands rôles déterminants dans l'aptitude du beurre à la conservation au froid. Il ne semble pas cependant que l'on puisse fixer de façon générale et absolue quelle pourrait être une teneur critique en cuivre. Celle-ci semble varier en fonction d'une capacité de résistance du beurre à l'oxydation qui serait, elle-même, fonction de la saison, de la région, de la nature de la matière première.

7. Nous notons que nous rencontrons le plus de cas de bonne conservation dans des beurres à indice de réfraction assez élevé, beurres dont la consistance laisse souvent quelque peu à désirer.

8. L'altération des beurres en cours de conservation ne nous paraît pas procéder d'une origine biologique lorsqu'il s'agit de l'altération se caractérisant par le goût de « poisson ». Une intervention microbiologique ou plutôt enzymatique n'est pas à exclure dans le cas d'altération se caractérisant par un goût de décomposition.

9. L'évolution de l'indice de peroxyde déterminé après chaque période de 3 mois de conservation est en corrélation assez nette avec l'évolution du degré d'altération apprécié par l'expertise. Cette évolution de l'indice de peroxyde accuse nettement un processus d'oxydation intense dans le cas de l'apparition du goût de « poisson ».

Onderzoekingen over de geschiktheid van belgische boter voor de bewaring in koelhuizen.

door E. Piraux *en* P. Jamotte.

De schrijvers hebben het gedrag aan bewaring onderzocht van 83 botermonsters, waarvan 74 afkomstig van de belgische melkerijen en 9 van vreemde boterfabrieken.

De ondernomen studie heeft tot doel de oorzaak te bepalen van de ontaardingen die optreden in zekere boters opgestapeld in koelhuizen en eveneens van de middelen na te gaan om aan deze toestand te verhelpen. Het onderzoek naar testen die toelaten spoedig de geschiktheid van boter voor koud bewaren uit te maken wordt van nu af tegemoet gezien.

Tijdens het eerste jaar, heeft het onderzoek bestaan in een opnemen van boters waarvan de fabricatie omstandigheden nauwkeurig werden uitgemaakt, in het laboratoriumonderzoek van deze boters en ze te onderwerpen aan een organoleptisch onderzoek vanaf hun inleg in de koelkamers (— 10°) en na 3,6 en 9 maanden verblijf er in.

Rekening houdend met de verschillende factoren (natuur en staat van de grondstof, kopergehalte, vetvrije droge stoffen, enz...) die een invloed uitoefenen op de geschiktheid van bewaren door de koude, en van het voorbehoud die deze toestand met zich brengt, trekken de schrijvers uit het eerste gedeelte van hun werkzaamheden de volgende besluiten :

1. — Het probleem van de geschiktheid der boter aan de bewaring in koelhuizen stelt zich in België met wel bepaalde kenmerken.

2. — Het schijnt dat voor de boter van elke melkerij, en misschien voor de boter van een ganse streek, een bepaald gemiddeld peil bestaat van geschiktheid aan bewaring en een karakteristiek veranderingstype, gedeeltelijk bepaald misschien door de natuur van de grondstof.

3. — Het is mogelijk dat er een seizoen invloed is waar te nemen in de geschikt heid aan bewaring (grotere oxideerbaarheid van boter van augustus en juli ten overstaan van deze van juni).

4. — De organoleptische hoedanigheden van boter in verse toestand laten in geen geval toe de geschiktheid voor bewaring te veronderstellen.

5. — De bereiding van sterk gewassen boter, uit zoete romen, uit weinig zure romen, gepasteuriseerd op hoge temperatuur, schijnt meer kans te geven op een goede bewaring.

6. — Het kritisch gehalte aan koper, anduidend element, schijnt te veranderen in functie van de weerstandigheid van de boter aan oxidatie (zelf afhankelijk van de fabricatie periode en denkelijk van de streek en van de grondstof).

7. — Tussen de boters van goede bewaring, nemen wij een hoog gedeelte waar van boters met tamelijk hoog refractiegetal, boters van middelmatige vastheid.

8. — De ontaarding genaamd « vischsmaak » schijnt niet van biologische oorsprong te zijn. Een microbiologische tussenkomst of veeleer een enzymatische is niet uit te schakelen in het optreden van de « bedorven smaak ».

9. — De evolutie van het peroxidegetal bepaald na iedere periode van 3 maanden is in correlatie met de ontaardingsgraad bevonden door het onderzoek en wijst duidelijk op een diepgaande oxidatie proces in het optreden van de « vissmaak ».

J. V.

Arbeit über die Haltbarkeit der belgischen Butter im Kühlhaus

von E. PIRAUX *und* P. JAMOTTE.

Zusammenfassung.

Die Autoren studieren die Haltbarkeit von 83 Butterproben, wovon 74 aus 17 belgischen und 9 aus ausländischen Molkereien stammen.

Sie versuchen die Ursachen von dem Schadhaftwerden einzelner Butter im Frigo zu ergründen und Bekämpfungsmittel zu finden. Ferner suchen sie nach Testen um die Möglichkeit einer Aufbewahrung der Butter im Kühlhaus festzustellen.

Im ersten Jahre bestand die Arbeit darin Butterproben auszusuchen von denen die Fabrikationsbedingungen genau bekannt waren, dieselben im Laboratorium zu untersuchen und ebenfalls einer Sinnenprüfung zu unterziehen und zwar bei Eintritt in den Frigo (— 10°) und nach 3, 6, 9 Monaten Aufenthalt in demselben.

In Betracht auf verschiedene Faktoren (Natur und Zustand der Rohstoffe, Kupfergehallt, Nichtfettstoffe usw.) die einen Einfluss auf die Haltbarkeit haben, ziehen die Autoren in dem ersten Teil ihrer Arbeit folgende Schlussfolgerungen :

1. — Das Problem einer Aufbewahrungsmöglichkeit stellt sich in Belgien mit netten Merkmalen.

2. — Es scheint dass die Butter jeder Molkerei ja sogar einer ganzen Gegend einen Mittelwert von Haltbarkeit aufweist sowie ein typisches Schadhaftwerden. Der Grund ist vielleicht die Verschiedenartigkeit der Rohstoffe.

3. — Die Jahreszeiten scheinen ebenfalls von Wichtigkeit zu sein. (Die August und Juli Butter oxydiert leichter als die Junibutter).

4. — Dit Qualität der Frischbutter lässt keineswegs auf eine Aufbewahrungsmöglichkeit schliessen.

5. — Stark gewaschene Butter, aus Süssrahm, zum wenigsten aus Rahm von geringem Säuregehalt und hoch erhitzt scheint sich besser zu halten.

6. — Der kritische Kupfergehalt ist bestimmend und scheint zu ändern mit dem Oxydationswiderstand einer Butter (die Oxydation ist abhängig von der Herstellungszeit, der Gegend und den Rohstoffen).

7. — Bei Buttersorten von guter Haltbarkeit haben wir einen hohen Prozentsatz festgestellt, der eine ziemlich hohe Refraktometerzahl aufwies ; es handelt sich um Buttersorten mit einem mittelmäszigem Härtegrad.

8. — Der Fischgeschmack scheint keine biologische Ursache zu haben. Doch eine mikrobiologische oder vielmehr eine enzymatische Ursache ist nicht ausgeschlossen beim Verdorbenheitsgeschmack.

9. — Das Evoluieren der Peroxydzahl, die alle drei Monate bestimmt wird, ist in Wechselbeziehung mit der Evolution des Schadhaftwerdens. Bei Fischgeschmack lässt die Peroxydzahl auf eine intensive Oxydation schliessen. J. B.

Researches on the keeping quality of Belgian butters during cold storage

by E. Piraux *and* P. Jamotte.

Summary.

The authors have examined the keeping quality of 83 samples of butters of which 74 came from Belgian dairies and 9 from foreign dairies.

They endeavoured to find out the origin of the alterations appearing in certain butters during cold storage, and to suggest remedies. Investigations on tests allowing a prompt estimation of the keeping quality of a butter during cold storage are being considered.

During the first year, samples were taken of butters under carefully recorded making conditions ; they were examined in the laboratory, and submitted to an organoleptic examination soon after their being placed in the refrigerator (— 10°C) and after 3, 6 ,and 9 months in cold storage.

Taking into account the intricate action of various factors (nature and condition of product, copper content, non fat solids, etc.) on the keeping quality during cold storage, and making allowance for it, the authors draw the following indications from the first part of their work :

1. — The problem of the keeping quality of butters during cold storage arises in Belgium with well marked features.

2. — For the butter of each dairy, and perhaps for that of a whole district, there seems to be a certain average of keeping quality and a peculiar type of deterioration, which possibly partly depend on the nature of the product.

3. — The season of making seems to affect the keeping quality. (Butters made in August and July are more liable to oxidation than those made in June).

4. — The qualities of freshly made butters do not give evidence of their keeping quality.

5. — Properly washed butter made from sweet cream, slightly sour creams, pasteurized at high temperature, seems the more likely to keep well.

6. — The critical copper content, a determining factor, seems to vary in terms of the capacity of resistance of the butter to oxidation (which depends on the time of the year when the butter was made, undoubtedly on the district and on the product).

7. — Among butters of good keeping quality, a good many have a high refractive index, and are butters of moderate firmness.

8. — The fishy flavour defect does not seem to proceed from a biological cause. Microbes or rather enzyms should not be overlooked in accounting for the putrid flavour defect.

9. — The variation of the peroxide value, which is determined every three months, is in connection with that of the appraised degree of deterioration, and clearly indicates an intensive oxidating process taking place with the appearance of the fishy flavour defect. G. C.

BIBLIOGRAPHIE

1. F. N. Z. — Bewaringsproeven met boter (1933-1938). *Algemeene Nederlandsche Zuivelbond 's Gravenhage.*
2. F. N. Z. — Rapport général concernant les essais sur les beurres conservés pendant les années 1933-38 aux Pays-Bas. *La revue du lait,* septembre 1939, p. 674.
3. Mohr-Ritterhoff. — 1938 — Dauerbutter aus Süssrahm oder Sauerrahm. Ein Beitrag zum Problem der Dauerbutter. *Molkerei Zeitungs Druckerei-Hildesheim.*
4. Statens Smoerbedoemmelser. Aarsberetning for 1941. Copenhague.
5. Hartmann, S. — 1944 — Eksperimentelle Studier over de oxydative Virkninger i Smoer og Maelk. 41. *Beretning Hillerœd.*
6. Stussi, D. — 1944 — Floralp Butter lässt sich in kleinstucken dauerlagern. Berne 1944.
7. Piraux, E. et Frisque, K. — 1940 — Conservation du beurre. Détermination de l'aptitude des beurres à la conservation. *XII Milchwirtschaftlicher Weltkongress.* Vorläufige Drucklegung 1940/41.
8. Bernaerts, M. — 1949 — Contrôle bij boter en Frigo. *Jubileumboek V. I. V.*
9. Keestra, F. — Rapport betreffende de resultaten 1942-43 Koelhuisboter.
10. Keestra, F. — Rapport betreffende de resultaten 1943-44. Koelhuisboter. *B. Z. 's Gravenhage.*
11. Keestra, F. — Rondom het vraagstuk van de koelhuisboter. *Zuivelbereiding en Handel,* nov. 1941.
12. Keestra, F. — Bewaring van boter in koelhuizen. *Zuivelbereiding en Handel,* février 1943.
13. Keestra, F. — Bij welke temperatuur moet boter in het koelhuis bewaard worden ? Duitsche en Deensche proefnemingen. *Zuivelbereiding en Handel,* janvier 1943.
14. Keestra, F. — Geschiktheid van de boter voor bewaring in het koelhuis. *Zuivelbereiding en Handel,* sept. 1943.
15. Z. K. B. — Verslagen van het Z. K. B. 1937-1947.
16. Rijkszuivelstation Leiden. Verslagen 1941-1942-1943.
17. Jamotte, P. — 1949 — Les teneurs en fer et en cuivre de quelques beurres belges. *XII Congrès Int. Laiterie Stockholm.* Vol. 2, p. 183.
18. Jamotte, P. — 1950 — Rapport sur un voyage d'étude au Danemark. *I. R. S. I. A. Comité pour l'Étude du Lait.*
19. Keestra, F. — Seizoeninvloed op het kopergehalte van boter. *Coop. Zuivelfabriek,* juillet-sept. 1949.
20. Petersen, N. — 1948 — Beseitigung des Öl-und Fischgeschmakes der Butter durch pH Regulierung. *Die Milchwissenschaft,* janvier, p. 12.

21. SCHMALFUSS, H. — 1948 — Verfahren zur Bestimmung des Verdorbenheitsgrades von Fetten. *Die Milchwissenschaft,* août 1948, p. 225.

22. VAN DER WAARDEN, M. — 1944 — Onderzoek naar het smaakbederf van boter door opslag bij lage temperatuur. *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen,* n° 50 (2) G. 's Gravenhage.

23. VAN DER WAARDEN, M. — 1944 — Ontstaan van visschige smaken in koelhuisboter. *Onderwerpen van zuivelresearch en proefnemingen. F. N. Z.*

24. HAMMER, HUSSONG, SIDNEY — 1944 — Observation on fishiness in butter. *Journal of Dairy Science XXVII,* 1, p. 45.

La spectrographie d'émission en agronomie

par E. V. Rouir *

Lundegardh, le grand botaniste suédois, a saisi, l'un des premiers, l'importance de la spectroscopie en agronomie (3). Ses travaux ont abouti à la création de la méthode de la flamme dite de « Lundegardh ». Ses premières publications ont porté sur l'étude des sols (11).

L'utilisation de la spectrographie s'étend chaque jour. Aussi nous a-t-il paru intéressant de présenter succinctement les techniques particulières aux sciences biologiques et botaniques et de montrer leurs domaines d'applications. En vue d'illustrer ces remarques issues de l'expérience, et de faciliter le travail des chercheurs, nous présenterons dans la seconde partie une bibliographie aussi complète que possible, des travaux effectués en agronomie à l'aide du spectrographe.

Entre autres choses, la spectrographie a permis :

1) l'étude des déficiences minérales dans l'alimentation des animaux (7) ;

2) l'élaboration de relations intéressantes entre la teneur en éléments minéraux et les propriétés biologiques des végétaux de différentes variétés d'un même type (4). La détermination du potassium si difficile est rendue possible (10) ;

3) l'établissement de rapports entre le type de culture, l'engrais et la nature des terrains (5) ;

4) le contrôle de l'influence des antiseptiques minéraux pratiqué aisément sur les différentes parties des végétaux :

par ex. l'action du mercure sur les bulbes de narcisse (6) ;

5) l'étude de la culture du tabac améliorée par la connaissance de la répartition des éléments minéraux aux différents niveaux de la plante et dans le sol (7) ;

6) la recherche des traces d'éléments mineurs, dont l'importance est capitale dans la composition des engrais (9).

(*) Ancien assistant à la Station de Zootechnie (Directeur, Professeur J. Marcq). Actuellement attaché au Laboratoire de Recherches Physiques - A. C. E. C. Charleroi.

Principes de spectrographie.

Un élément, atomique ou moléculaire, excité par une source thermique ou électrique, passe de l'état normal à un état activé d'autant plus élevé que la source est plus puissante. L'élément émet alors des radiations caractéristiques reçues sur une plaque photographique ou sur une cellule photoélectrique, par l'intermédiaire d'un système dispersif (spectrographe).

En émission, dans le domaine visible et ultra violet, l'émulsion photographique reste le récepteur le plus généralisé ; cependant les spectromètres à cellules photoélectriques (quantomètres) existent déjà depuis quelques années.

L'analyse qualitative consiste à identifier la longueur d'onde des raies du spectre de la substance à analyser avec celles connues des éléments du tableau de Mendelejeff.

Cette opération s'effectue soit par comparaison directe avec les enregistrements des spectres des métaux purs, pris dans les mêmes conditions, soit par mesure effective des longueurs d'onde au comparateur par l'intermédiaire d'un spectre étalon (arc au fer) et identification des longueurs d'ondes mesurées dans des tables préparées à cet effet (26).

L'analyse quantitative consiste à évaluer la teneur d'un élément dans un mélange, en établissant un rapport entre la concentration présente et l'intensité des raies caractéristiques de cet élément. Ce rapport peut être obtenu par l'intermédiaire de l'émulsion photographique sur laquelle se font les mesures photométriques.

L'intensité lumineuse émise par l'élément activé est une fonction de sa concentration dans la matière soumise à l'excitation. Il existe une relation bien définie entre le noircissement photographique et l'intensité de la source lumineuse qui le provoque (1). Il s'agit alors d'établir la relation graphique entre ce noircissement et la concentration cherchée pour obtenir la « courbe de dosage ». Cette méthode qui a reçu le nom de « méthode des étalons internes » (par opposition à celle des « étalons externes » précédemment utilisée) est généralement adoptée. Elle a subi de nombreuses modifications et est sujette à des variantes (emploi du densitomètre, des filtres neutres, des secteurs logarithmiques ou à échelons), selon le cas à étudier et la précision exigée.

Par comparaison avec l'analyse chimique, on peut affirmer que l'analyse spectrale est plus précise, plus sensible et plus fidèle. Elle exige moins de matière et permet un gain de temps appréciable, principalement lorsque de nombreux échantillons du même type sont examinés en série.

A côté de ces avantages, il ne faut pas perdre de vue que l'analyse spectrographique est une méthode relative (alors que l'analyse gravimétrique est absolue) et que le choix des étalons est important. Ce problème a été et est encore trop souvent négligé, ce qui conduit à des jugements erronés sur la valeur de cette technique (2). Un autre point reste crucial : le choix et l'exploitation des émulsions photographiques, susceptibles d'amener des erreurs considérables.

L'étude critique, théorique et surtout pratique de ces deux points, problème délicat et relevant d'une longue pratique, pourrait à elle seule faire l'objet d'une publication.

Techniques utilisées en agronomie.

Cette partie a pour but de décrire succinctement ces méthodes, de mettre l'agronome en présence des possibilités de l'analyse spectrale, et de lui ouvrir les voies d'accès par la bibliographie.

Les méthodes généralement utilisées sont :

1) les spectres de flamme,

2) l'étude d'un solide en poudre (cendres de végétaux, de tissus animaux, résidus d'extraction des sols, engrais), excité dans l'arc continu jaillissant entre deux électrodes de graphite,

3) l'analyse des solutions (extraits de sols) par imprégnation de baguettes de graphite entre lesquelles on fait jaillir un arc continu, et enfin

4) l'analyse des solutions par volatilisation directe dans une étincelle.

1. *Spectres de flamme.*

Lundegardh (11) a basé ses recherches analytiques sur la flamme air-acétylène, qui est la plus chaude (3000° C). La solution pulvérisée est envoyée dans cette flamme par l'intermédiaire d'un atomiseur. En Angleterre, où l'on s'est intéressé, dès le début, à cette technique, on fabrique le brûleur original développé par Lundegardh (firme A. Hilger, Londres). En Amérique, où cette technique se développe rapidement (12), divers constructeurs de spectrophotomètres ont adapté un brûleur sur un monochromateur muni d'un récepteur à cellule photo-électrique, présentant ainsi des appareils robustes et sensibles (firmes Perkin-Ermer, Beckman). Par contre, l'utilisation du spectrographe offre d'autres avantages, et c'est cette dernière solution qui a été adoptée pour l'équipement du Centre Agronomique de Gembloux (Spectrographe Littrow à optique de quartz et brûleur de fabrication Hilger).

Les possibilités d'analyse sont résumées dans le tableau I montrant les éléments susceptibles d'être excités par la flamme.

Les avantages de la méthode de Lundegardh sont nombreux :

1) grande stabilité de la source et excellente qualité des enregistrements. Ce dernier point a permis l'utilisation du fond continu comme source de référence dans la méthode des étalons internes (12, 13, 14),

2) sensibilité très élevée. A titre d'exemple, voici quelques sensibilités, non pas limites, mais aisément atteintes. Elles sont exprimées en mgr/litre pour la solution introduite dans l'atomiseur.

Ca	Cu	Li	Mn	Na	Sr	Tl
0,4	0,5	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4

3) la pression des deux gaz (oxygène et acétylène), qui fixe la température de la flamme et partant la sensibilité de la méthode peut être réglée d'une manière très précise à l'aide de manomètres appropriés,

4) faible coût d'emploi et d'entretien,

5) bonne précision des mesures : ± 5 % de la quantité de l'élément dosé,

6) la courbe étalon ne peut subir aucune critique du fait qu'elle est tracée à partir de solutions dont la pureté peut être poussée à l'extrême à l'aide de produits très purs, manipulés correctement.

TABLEAU I (13).

1	H										He
2	Li	Be	B	C	N	O	F				Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl				A
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Kr
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br				
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru	Rh	Pd	
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I				Xe
6	Cs	Ba	57-71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po					Rn
7		Ra	Ac	Th	Pa	U					

éléments excitables par la flamme.

2. *Arc continu.*

L'étude des poudres s'effectue en plaçant la matière à analyser dans le cratère creusé dans une des électrodes de l'arc. La température élevée de cette source provoque une volatilisation de la substance et l'activation énergétique de cette vapeur. La substance peut être déposée dans l'anode (16) ou la cathode (15). Dans le second cas (arc de Mannkopff et Peters), on examine au spectrographe la lumière cathodique (cathode layer), où la détection est meilleure. Ce procédé est fort en faveur en Angleterre (17, 24). Pour notre part, nous préférons le premier procédé utilisé dans les conditions décrites par HARVEY (16) en analyse semi-quantitative (procédé original de Harvey), ou quantitative par le procédé classique de l'étalon interne (9, 18).

3. *Analyse des solutions par imprégnation.*

Les solutions peuvent être étudiées sans évaporation préliminaire par imprégnation et séchage préalable de l'anode en graphite et utilisation de l'arc continu (19, 21, 23). Si cette méthode permet un certain gain de temps, elle est par contre très difficile à conduire et présente souvent une reproductibilité peu satisfaisante. Les points suivants doivent être surveillés de près et ont été étudiés en détail par GILLIS et VAN DOORSELAER (20) :

1) température à laquelle la solution est absorbée par les électrodes,
2) température et durée de séchage,
3) concentration de la solution en sels,
4) influence de certains éléments perturbateurs (l'aluminium par exemple, bouche les pores du graphite),
5) influence des anions (21),
6) constance de la qualité du graphite employé pour les électrodes.

4. *Analyse des solutions par volatilisation.*

L'utilisation directe de la solution vaporisée dans laquelle jaillit une étincelle, est pleine de promesses. Cependant, cette technique assez délicate est encore fort peu utilisée (25, 27)

L'intérêt de cette méthode nous a paru suffisamment grand pour justifier une étude détaillée de ses conditions d'utilisation. Ce travail est en cours.

BIBLIOGRAPHIE

1. Hurter, F. et V. C. Driffield. *J. Soc. Chem. Ind.* 9-455 (1890).
2. Colloque international de spectroscopie. Strasbourg, Octobre 1950.
3. Lundegardh, H. Die quantitative Spektralanalyse der Elemente. Iena (1934).
4. Brunstetter, B. C., A. T. Myers, I. W. Dix et C. A. Magoon. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 37-635 (1940).
5. Magoon, C. A., A. T. Myers, I. W. Dix et B. C. Brunstetter. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 36-485 (1939).
   Myers, A. T., B. C. Brunstetter, I. W. Dix et C. A. Magoon. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 37-645 (1940).
6. Myers, A. T. et B. C. Brunstetter. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 11-218 (1939).
7. Mc Hargue, J. S. et E. S. Hodge. *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, 25-509 (1942).
8. Milbourn, M. J. *J. Soc. Chem. Ind.*, 56-205 (1937).
   Oertel, A. C. *J. Council for Sci. and Ind. Res.* Australia, 10-1 (1937).
9. O' Connor, R. T. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 13-597 (1941).
10. Wander, I. W. et W. R. Brode. *J. O. S. A.*, 31-402 (1941).
    Brown, J. G. et O. Lilleland *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 48-341 (1936).
11. Lundegardh, H. *Archiv för Kemi Miner. och Geol.*, 10-1 (1928).
12. Ells, V. R. *J. O. S. A.*, 31-534 (1941).
13. Cholak, J. et D. M. Hubbard. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 16-728 (1944).
14. Griggs, M. A., R. Johnstin et B. F. Elledge. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 13-99 (1941).
15. Mannkopff, R. et C. Peters. *Z. Physik*, 70-444 (1931).
16. Harvey, C. E. A method of semi quantitative spectrographic analysis. *A. R. L.* (1947).
17. Mitchell, R. L. *J. Soc. Chem. Ind.*, 59-210 (1940).
18. Jaycox, E. K. *Anal. Chem.*, 22-1115 (1950).
19. Fox, M. W. et R. A. Goodwin. *Iowa State Coll. J. Sci.*, 15-119 (1940).

20. Gillis, J. et M. Van Doorselaer. *C. R. du X^e Congrès du GAMS*, Paris.
21. Brode, W. R. et E. S. Hodge. *J. O. S. A.*, 31-58 (1941).
22. Haycock, M. H. et L. R. Russel. *Trans. Can. Inst. Mining. Metal*, 51-281 (1948).
23. Brunstetter, B. C. et H. T. Myers. *J. O. S. A.*, 31-163 (1941).
24. Scott, R. O. *J. Soc. Chem. Ind.*, 65-291 (1946).
25. Zehden, W. *J. Soc. Chem. Ind.*, 59-238 (1940).
26. Harrison, G. R. *Wavelength Tables*. J. Wiley (1948).
27. Spectographer's News Letter, Avril 1949.

De emissie-spectrographie in de landbouw

door E. V. Rouir.

Samenvatting.

Men kan vlug en met succes de methodes van de spectrographische ontleding in de landbouw gebruiken. De mogelijkheden van de verschillende technieken (valm, contineue boog,...) worden bondig uiteengezet.

Een bibliographie in verband met het gebruik van de spectraalanalyse in de landbouwonderzoekingen vult deze uiteenzetting aan (418 referaten). J. V.

Über die anwendung der spektrographie in der landwirtschaft

von E. V. Rouir.

Zusammenfassung.

In der Landwirtschaft kann man mit Erfolg und Schnelligkeit die Methoden der spektrographischen Analyse anwenden.

Die Möglichkeiten der verschiedenen Verfahren (Falmme, Bogen...) sind in kurzer Form beschrieben.

Eine Bibliographie, die die Anwendung der Spektralanalyse in landwirtschaftlichen Forschungen betrifft, vervollständigt die Arbeit (413 Referenzen). N. W.

Emission spectroscopy in agricultural research

by E. V. Rouir.

Summary.

The methods of spectral analysis can be used with success and rapidity in agricultural research. A short account is given of the scope of the various processes (flame, continuous arc, etc.).

A bibliography of spectral analysis in agricultural research completes the article (413 references). G. C.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE DES TRAVAUX DE SPECTROGRAPHIE DANS LA RECHERCHE AGRONOMIQUE.

1925

BAYLE, E., R. FABRE and H. GEORGE. Some applications of spectrographic analysis in biological chemistry. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **7**, 1168 (1925).

PORLEZZA, C. and A. DONATI. Spectrographic analysis of residues of mineral water. I. Water of Salsmaggiore. *Ann. Chim. Applicata*, **15**, 535 (1925).

1926

KLOSTERMANN, M. Detection of minimal amounts of lead in organic material by chemical and spectrographic method. *Naturwissenschaften*, **14**, 1116 (1926).

1928

HIRSCHEL, W. The fulgurator as an atomizer of salt solutions for flame spectra. *Z. Physik*, **47**, 147 (1928).

LUNDEGARDH, H. Investigation on quantitative spectral analysis. Determination of potassium, magnesium and copper in flame spectra. *Arkiv for Kemi, Mineral. Geol.*, **10**, 7 (1928).

MC COLLUM, E. V., O. S. RASK and J. E. BECKER. A study of the possible rôle of the aluminium compounds in animal and plant physiology. *J. Biol. Chem.*, **77**, 753 (1928).

1929

DUTOIT, P. and C. ZBINDEN. Spectrographic analysis of the ash of blood and organs. *C. R.*, **188**, 1628 (1929).

KAHLENBERG, L. and J. O. CLOSS. On the presence of aluminium in plant and animal matter. *J. Biol. Chem.*, **83**, 261 (1929).

LEWIS, S. J. Analysis of eye lens. XIII^{e} Concilium Ophtalmologicum (1929).

REINHARD, M. C. and K. W. BUCHWALD. No lead in tumor tissue after intravenous injection of colloidal lead. *J. Cancer Research*, **13**, 239 (1929).

TURNWALD, H. and F. HAUROWITZ. Heavy metals in the human liver and their spectroscopic detection. *Hope-Seyler's Zeit. Physiol. Chem.*, **181**, 176 (1929).

1930

DUTOIT, P. and C. ZBINDEN. A spectrographic analysis of the ashes of human organs. *C. R.*, **190**, 172 (1930).

FOX, M. H. and H. RAMAGE. Element present in animal tissues. *Nature*, **126**, 883 (1930).

— Spectrographic analysis of animal tissues. *Nature*, **126**, 682 (1930).

KAHLENBERG, L. and J. O. CLOSS. Presence of aluminium in animal and plant matter. *J. Biol. Chem.*, **85**, 783 (1930).

RAMAGE, H. Mushrooms : mineral content. *Nature*, **126**, 279 (1930).

Mc Collum, E. V., O. S. Rask and J. Becker. Do the spectrograms of Kahlenberg and Closs demonstrate the presence of aluminium in biological material ? *J. Biol. Chem.*, **85**, 779 (1930).

Schwarzacher, W. On thallium poisoning. *Munchen Med. Wochschr.*, **77**, 1430 (1930).

Wood, F. C. The detection of small quantities of lead in the tissues. *J. Cancer Research*, **14**, 476 (1930).

1931

Fox, H. M. and H. Ramage. Spectrographic analysis of animal tissues. *Proc. Roy. Soc.* **108B**, 157 (1931).

Fresenius, L. Determination of cesium and rubidium especially in mineral waters. *Z. Anal. Chem.*, **86**, 182 (1931).

Gerlach, Wa. and We. Gerlach. Detection of lead in organic tissues. *Naturwissenschaften*, **19**, 111 (1931).

— Detection of elements in tissues. Detection of lead. *Arch. Gewerbepatol. u. Gewerbehygiene*, **2**, 7 (1931).

— The indication of elements in tissues (Gold and silver). *Virckow's Arch. Path. Anat. Physiol.*, **282**, 209 (1931).

Lewis, S. J. The assimilation of aluminium by the human system. *Biochem. J.* **25**, 2162 (1931).

Okajima, S. Spectral analysis of metals, especially heavy metals in every part of the organs of Japanese. *Acta Schol. Med. Univ. Imp. Kioto*, **13**, 417 (1931).

— Spectral analysis of metals in pathological human tissues. *Acta Schol. Med. Univ. Imp. Kioto*, **14**, 88 (1931).

— Spectrographic study of some heavy metals administered per os and patenterally. *Acta Schol. Med. Univ. Imp. Kioto*, **14**, 93 (1931).

Orent, E. R. and E. V. Mc Collum. Effect of deprivation of manganese in the rat. *J. Biol. Chem.*, **92**, 651 (1931).

Ramage, H. and J. H. Sheldon. Mineral content of eyes. *Nature*, **128**, 376 (1931).

Sheldon, J. H. and H. Ramage. Spectrographic analysis of human tissues. *Biochem. J.*, **25**, 1608 (1931).

Tourtellotte, D. and O. S. Rask. Spectrographic determination of aluminium in biological ashes. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **3**, 97 (1931).

1932

Gerlach, Wa and We Gerlach. The indications of elements in tissues (Thorium). *Virchov's Arch. Path. Anat. u. Physiol.*, **287**, 135 (1932).

Gerlach, Wa and K. Ruthardt. Element indications in tissues. Fundamentals on the application of emission spectrography for element diagnosis. *Deutsche Z. Ges. Gerichtl. Med.*, **20**, 151 (1932).

Mc Hargue, J. S. and R. K. Calfee. Determination of boron spectrographically. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **4**, 385 (1932).

Morel, A. and A. Policard. Spectrographic technic of microchemical analysis. Application to the histological detection of certain elements. *Bull. Soc. Chim.*, **51**, 1125 (1932).

Policard, A. Some new methods in histochemistry. *Harvey Lectures*, **27**, 204 (1932).

POLICARD, A. et A. MOREL. Spectrophotography in histochemistry. *C. R.*, **194**, 491 (1932).

POLICARD, A. and A. MOREL. Application of spectrography to the histological detection of certain elements. *J. Phys. et Rad.* (7), **3**, 88 (1932).

— Use of the spark and arc in histospectrography. *C. R.*, **194**, 1015 (1932).

— Application of emission spectrography to histochemical researches. *C. R. Assoc. Anat.*, **27**, 450 (1932).

— Application of emission spectrography to histochemical problems. *Bull. Histol. Appliq. Physiol. et Path.*, **9**, 57 (1932).

— Influence of the quality of the spark on the results obtained in histospectrography. *Bull. Histol. Appl. Physiol. et Path.*, **9**, 139 (1932).

SHIPLEY, P. G., T. F. SCOTT and H. BLUMSBERG. The spectrographic detection of lead in the blood as an aid to the clinical diagnosis of plumbism. *Bull. Johns. Hopkins Hosp.*, **51**, 327 (1932).

1933.

BLUMBERG, H. and O. S. RASK. The spectrographic analysis of milk ashes. *J. Nutrition*, **6**, 286 (1933).

BOSSUET, R. Sensitivity of photographic detection of alkali metals in the oxy-acetylene flame. *C. R.*, **196**, 469 (1933).

BOYD, T. C. and N. K. De. Some applications of the spectroscope in medical research. *Indian J. Med. Research*, **20**, 789 (1933).

GATTERER, A. and E. PHILIPPI. Do hemocyanin contain other metals besides copper ? *Z. Physiol. Chem.*, **216**, 120 (1933).

GERLACH, Wa. Investigation of a biological reaction by spectrum analysis. *Sitzber. Math. Naturw. Abt. Bayer. Akad. Wiss. Munchen*, **2**, 315 (1933).

GERLACH, We, K. RUTHARDT and L. PRUSENER. The determination of elements in tissues (Gold). *Beitr. Path. Anat.*, **91**, 617 (1932).

LEWIS, S. J. and J. WOMBWELL. Spectrographic investigation of gum Acacia. *Quart. J. Pharm. Pharmacol.*, **6**, 475 (1933).

MC HARGUE, J. S. Report on less common metals in plants. Spectroscopic method for determination of boron in plant material. *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, **16**, 465 (1933).

POLICARD, A. Histospectrographic detection of copper in normal and pathological liver. *C. R. Soc. Biol.*, **112**, 1418 (1933).

PROBST, R. Spectroanalytic demonstration of bismuth in tissues ; determination of mercury in urine. *Arch. Exptl. Path. Pharmakol.* **169**, 119 (1933).

RABINOWITCH, I. M., A. DINGWALL and F. H. MACKAY. Studies on cerebrospinal fluid. Chemical and spectrochemical detection of lead. *J. Biol. Chem.*, **103**, 707 (1933).

RAMAGE, H. Application of the spectroscope to biology. Trans. The South-Eastern Naturalist and Antiquary. *Norwich Conference* 1933.

RAMAGE, H., J. H. SHELDON and W. SHELDON. A spectrographic investigation of the metallic content of the liver in childhood. *Proc. Roy. Soc.*, B **113**, 308 (1933).

SCABER, W. M. Barium as a normal constituent of Brazil nuts. *Analyst.*, **58**, 575 (1933).

TIMM, F. The histochemical indication of gold. *Deutsche Z. Ges. Gerichtl. Med.*, **20**, 211 (1933).

TSUGE, T. Spectrographic chemical analyses of certain constituants of plants, ashes and soils. *J. Sci. Soil Manure*, **7**, 284 (1933).

1934

BECHOLD, H., Wa GERLACH and F. ERBE. The copper test for the differentiation of healthy and decomposed potatoes. *Angew. Chem.*, **47**, 26 (1934).

DINGWALL, A., H. T. BEANS. The occurence of chromium in certain soils and plants in the province of Quebec. *J. Am. Chem. Soc.*, **56**, 1666 (1934).

DINGWALL, A., R. R. Mc KIBBIN and H. T. BEANS. Studies on the distribution of molybdenum in biological material. A spectroscopic study of the occurence of Mo in plants grown in the province of Quebec. *Can. J. Research*, **11**, 32 (1934).

DREA, W. F. Spectrum analysis of milk ashes. *J. Nutrition*, **8**, 229, 1934.

FISCHL, V., J. KOTRBA and E. SINGER. Detection of gold in spirochetes and trypanosomes. *Z. Hyg. Infektionskrankh.*, **116**, 69 (1934).

FLINT, C. F. Application of spectrographic analysis to routine and research work in agricultural chemistry. *Chemistry and Industry*, 545 (1934).

GAUTIER, C. and R. RICHARD. Spectroscopic study of beef bile. *C. R.*, **198**, 2026 (1934).

GAZZI, V. The determination of aluminium in mineral waters. *Ann. Chim. Applicata*, **24**, 226 (1934).

— The spectrographic detection of cesium, rubidium and potassium, especially in mineral waters. *Ann. Chim. Applicata*, **24**, 595 (1934).

GERLACH, Wa and We GERLACH. Clinical and pathological applications of spectrum analysis with notes on spectrography in chemistry and mineralogy and tables for qualitative analysis. *A. Hilger*, 1934.

GERLACH, We. Argyrosis especially of the eyes. *Klin. Wochschr.*, **13**, 797 (1934).

— The copper content of human and animal organs. *Virchow's Arch. Path. Anat.*, **294**, 171 (1934).

— Field of application of spectral analysis in medical-biological problems. *Congr. Int. Quim. Pura., Appl.*, **9**, 25 (1934).

GERLACH, We and K. RUTHARDT. The determination of elements in tissues (copper). *Beitr. Path. Anat.*, **92**, 347 (1934).

— Analysis of elements in tissues (manganese). *Virchow's Arch. Path. Anat.*, **292**, 52 (1934).

HELLER, K., K. PEH and F. GURTLER. The absorption of Rubidium by the potato plant. *Z. Pflanzenernähr. Düngung Bodenk*, A **35**, 215 (1934).

JOST, L. The occurence of heavy metals in the teeth and salivary glands. *Deut. Zahn. Usw. Heilk.*, **1**, 117 (1934).

LUNDEGARDH, H. Die quantitative spectalanalyse des elemente. *G. Fischer* 1934.

MEYER, R. Spark spectrographic identification of iron in animal tissues. Investigation of the liver of Salamandra Maculosa. *Protoplasma*, **22**, 34 (1934).

RUTHARDT, K. The demonstration of elements in tissues. The determination of metals in biological material by means of emission spectrum analysis. *Virchow's Arch. Path. Anat.*, **294**, 198 (1934).

1935

BLUMBERG, H. and T. F. SCOTT. The plasma-cell partition of blood lead in clinical lead poisoning. *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, **56**, 32 (1935) ; **56**, 276 (1935) ; **56**, 311 (1935).

BRAIDECH, M. M. and F. H. EMERY. Spectrographic determination of minor chemical constituents in various water supplies in the United States. *J. Am. Water Works Assoc.*, **27**, 557 (1935).

BRECKPOT, R. Spectrographic determination of certain secondary constituents in sodium nitrate from Chili. *IV^e Congr. Intern. Techn. Chim. Ind. Agr. Bruxelles*, **2**, 382 (1935).

CHOLAK, J. Spectrographic determination of lead in urine. *J. Am. Chem. Soc.*, **57**, 104 (1935).

— Spectrographic determination of lead in biological materials. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **7**, 287 (1935).

DE, N. K. A spectrographic analysis of thyroid glands. *Indian J. Med. Research*, **23**, 501 (1935).

DREA, W. F. Spectrum analysis of hen eggs and chick tissues. *J. Nutrition*, **10**, 351 (1935).

EDLBACHER, S. and W. GERLACH. The copper content of the Jensen Sarcoma and its relation to the copper of the organs. *Z. Krebsforsch.*, **42**, 272 (1935).

FOSTER, J. S., G. O. LANGSTROTH and D. R. MC RAE. Quantitative spectrographic analysis of biological materials. A method for the determination of lead in cerebrospinal fluid. *Proc. Roy. Soc.*, A **153**, 141 (1935).

GERLACH, We. Investigation of the copper content of human and animal organs. *Virchow's Arch. Pathol. Anat. Physiol.*, **294**, 171 (1935).

KEHOE, R. A. The determination of lead in excreta and tissues. *J. Am. Med. Assoc.*, **104**, 90 (1935).

KRINGSTAD, H. Spectroanalytical determination of minute quantities of lead in organic material, especially in canned food. *Angew. Chem.*, **48**, 536 (1935).

LEMMEL, L. Spectrographic study of the wood of Spanish pinus sylvestris. *Ann. Soc. Espan. Fis. Quim.*, **33**, 39 (1935).

LINDEMANN, R. Determination of aluminium in the ash of biological materials from the emission spectrum. *Z. Physik.*, **95**, 6 (1935).

LOHSE, H. W. Studies an the use of flame spectra in chemical analysis. *Can. J. Research.*, **12**, 519 (1935).

ROGERS, L. H. Spectrographic microdetermination of zinc. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **7**, 421 (1935).

RICHARDSON, J. R. E. The role of heavy metals in animal metabolism. *Guy's Hospital Gazette*, **49**, 239 (1935).

RUBIES, S. P. and L. LEMMEL. Spectral analysis of some wood from Spain and from Fernando Poo. *Ann. Soc. Espan. Fis. Quim.*, **33**, 492 (1935).

SCHNELLER, J. Toxicological communications. *Deutsch. Z. Ges. Gericht. Med.*, **25**, 223 (1935).

SCOTT, G. H and P. S. WILLIAMS. Spectrographic analysis of biological materials. *Anat. Record*, **64**, 107 (1935).

WAY, K. and J. M. ARTHUR. Spectrographic determination of calcium in plant ashes. *Contrib. Boyes. Thompson Inst.*, **7**, 103 (1935).

WAIBEL, F. Quantitative flame spectral analysis. *Wiss. Veröffentlich. Siemens-Werkens*, **14**, 32 (1935).

WEXLER, J. B. and A. E. SOBEL. Spectrographic analysis of blood serum. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **32**, 719 (1935).

1936

BIRMINGHAM, J. F. and W. H. WOOD. Apparatus for making spectral flames of the alkali and alkaline earth metals. *J. Chem. Education*, **13**, 240 (1936).

BRECKPOT, R. Spectrographic determination of certain rarer elements in the sugar beet. *Agricultura*, **39**, 115 (1936).

BURKHARDT, L. and Wa. GERLACH. Histological and spectral analytical study of the exhumed organs of a gold worker, on suspicion of noble metal poisoning. *Mschr. Unfallheilk. Versicherungsmed.*, **43**, 136 (1936).

CRUSE, K. and H. SCHUBERT. Spectral-analytical determination of lead in blood. A critical report on the basis of new experiments. *Z. Anal. Chem.*, **105**, 241 (1936).

DREA, W. F. Spectrum analysis of dental tissues for « trace » elements. *J. Dental Research*, **15**, 403 (1936).

FOSTER, J. S. A large quartz spectrograph for examination of biological material. *Can. J. Research*, **14**, 173 (1936).

GADDUM, L. W. and L. H. ROGERS. A study of some trace elements in fertilizer materials. *Bull. Univ. of Fla. Agr. Exp. Sta.*, 290 (1936).

GADDUM, L. W., A. F. CAMP and W. REUTHER. Spectrographic studies on the composition of the tissues and corresponding soils of normal and physiologically diseased horticultural crops. *Ann. Rpt.* 1935, *Fla. Agr. Expt. Sta.*, 82 (1936).

GOLDMAN, F. H. and D. W. ARMSTRONG. Improved technic for the spectrographic analysis of blood samples by the graphite arc method. *U. S. Pub. Health Repts.*, **51**, 1201 (1936).

KONISHI, K. and T. TSUGE. On the mineral matters of certain leguminous crops. *Memoirs of the Agriculture*, Kyato, n° 37 (1936).

LUNDEGARDH, H. The Swedish method for spectral analysis and its application in agriculture and industry. *Kgl. Landtbruks-Akad. Handl. Tid.*, **75**, 241 (1936).

MITCHELL, R. L. Spectrographic analysis of soils by the Lundegårth method. *J. Soc. Chem. Ind.*, **55**, 267 (1936).

MITCHELL, R. L. and I. M. ROBERTSON. Effect of aluminium on the flame spectra of the alkaline earths. Determination of aluminium. *J. Soc. Chem. Ind.* **55**, 269 (1936).

MULLER, R. and K. SCHEINER. Comparative histological and quantitative spectrographic studies in experimental mercury poisoning. *Arch. Exptl. Path. Pharmakol.*, **180**, 718 (1936).

RAMAGE, H. Analysis of tissue for metallic content. *Nature*, **138**, 762 (1936).

— Biological distribution of metals. *Nature*, **137**, 67 (1936).

RITTERSKAMP, P. Thallium poisoning. *Samml. Vergiftungsfällen*, **7**, 201 (1936).

SCHMITT, A. R. Spectrum analysis in the study of plant food. *Umschau*, **40**, 697 (1936).

VANSELOW, A. P. and B. M. LAURANCE. Spectrographic microdetermination of zinc. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **8**, 240 (1936).

VIGLIANI, E. C. and R. DEAGLIO. Spectrographic detection of minimal quantities of metals in the blood and tissues. *Rass. Med. Applicata, Lavoro. Ind.*, **7**, 382 (1936).

1937

ALEXANDER, L. and A. MYERSON. Mineral studies of the brain by the microincineration and spectroscopic methods. *Trans. Am. Neurol. Assoc.*, **63**, 109 (1937).

BALLARD, S. S. Some applications of spectroscopy to agriculture. *Phys. Rev.*, **52**, 253 (1937).

BARTELT, O. The determination of « trace elements » in mineral fertilizers. *Fortschr. Landw. Chem. Forsch.*, 144 (1937).

BECKER, R. B. and L. W. GADDUM. The composition of limonites effective and ineffective in correcting « bush-sickness » in cattle. *J. Dairy Sci.*, **20**, 737 (1937).

BOROVIK, S. A. and T. T. BOROVIK-ROMANOVA. A method for the determination of strontium in the ash of organisms. *Trav. Lab. Biogeochim. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **4**, 259 (1937).

CALKER, J. VAN. Spectroscopic determination of metals in case of poisoning. *Arch. Gewerbepath. u. Gewerbehyg.*, **7**, 685 (1937).

CANALS, E. and P. PEYROT. Application of physical methods in chemistry and biology. *Bull. Biol. Pharm.*, 352 (1937).

CHOLAK, J. Spectrographic analysis of biological materials (Bismuth). *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **9**, 26 (1937).

CHOLAK, J., D. M. HUBBARD, R. R., MCNARY and R. V. STORY. The determination of lead in biological materials : comparison of spectrographic, dithizone and S-Diphenyl-Carbazide methods. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **9**, 488 (1937).

EWING, D. T., M. F. WILSON and R. P. HIBBARD. Spectroscopic determination of metals in small samples. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **9**, 410 (1937).

FOSTER, J. S. and C. A. HORTON. Quantitative spectrographic analysis of biological material. *Proc. Roy. Soc.*, B **123**, 422 (1937).

KONISHI, K. and T. TZUGE. Estimation of certain elements with the spectrograph by the arc process. *J. Agr. Chem. Soc. Japan.*, **13**, 162 (1937).

MILBOURN, M. Spectrographic analysis of soils and plant materials particularly for minor elements. *J. Soc. Chem. Ind.*, **56**, 205 (1937).

OERTEL, A. C. Practicability of spectrographic estimation of the minor component of soils. *J. Council. Sci. Ind. Research*, **10**, 1 (1937).

ROBERTS, J. A. and L. W. GADDUM. Composition of citrus fruit juices. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **29**, 574 (1937).

ROGERS, L. H. and O. E. GALL. Microdetermination of zinc. Comparison of chemical and spectrographic methods. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **9**, 42 (1937).

RUBIES, S. P. DE. The diffusion of injected gold in the body of the guinea pig. *Anales Soc. Espan. Fis. Quim.*, **35**, 72 (1937).

RUSOFF, L. L., L. H. ROGERS and L. W. GADDUM. Quantitative determination of copper and estimation of other trace elements by spectrographic methods in wire grasses from « Salt Lick » and healthy areas. *J. Agr. Research*, **55**, 731 (1937).

SCHUHKNECHT, W. Spectroanalytic determination of potassium. *Angew. Chem.*, **50**, 299 (1937).

THOMPSON, K. B. and W. C. LEE. The application of spectrographic analysis to the quantitative determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in biological fluids. *J. Biol. Chem.*, **118**, 711 (1937).

WEBB, D. A. and W. R. FEARON. Studies on the ultimate composition of the bio-

logical materials. Spectrographic analysis of marine invertebrates with special reference to the chemical composition of their environment. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.*, **21**, 487 (1937).

1938

BALLARD, S. S. Spectrographic study of the distribution of mineral elements in sugar cane. *Phys. Rev.*, **53**, 689 (1938).

— Occurence of minor elements in commercial fertilizers as determined spectrographically. *Hawaii Plant. Res.*, **42**, 185 (1938).

BARDET, J., A. TCHAKIRIAN and R. LAGRANGE. Spectrographic search for traces of elements in sea water. *C. R.*, **206**, 450 (1938).

BELL, P. H. Spectrographic estimation of trace elements in biological ash. *Ind. eng. Chem. Anal. Ed.*, **10**, 579 (1938).

BOROVIK-ROMANOVA, T. T. Effect of sodium, potassium and lithium salts introduced into the flame on the intensity of a rubidium line. *C. R. Acad. Sci., U. R. S. S.*, **21**, 328 (1938).

BUSNEL, R. G., P. PILLET and H. TILLE. Application of microincineration and histospectrography to the study of senile cataract, black cataract and amber cataract. *Bull. Histol. Appl. Physiol. Path. Techn. Microscop.*, **15**, 99 (1938).

CAPELLI, F. Spectral analysis in the diagnosis of certain occupational intoxications. *Medicina Lavoro*, **29**, 321 (1938).

CHOLAK, J. and R. V. STORY. Spectroscopic analysis of biological materials (lead, tin, aluminium, copper and silver). *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **10**, 619 (1938).

DINGLE, H. and J. H. SHELDON. A spectrographic examination of the mineral content of human and other milk. *Biochem. J.*, **32**, 1078 (1938).

DREA, W. F. Spectrum analysis for trace elements in the ashes of human, goat and cow milk. *J. Nutrition*, **16**, 325 (1938).

DUFFENDACK, O. S., K. B. THOMSON, W. C. LEE and O. G. KOPPINS. A method for the quantitative spectrochemical analysis of very small amounts of biological materials for sodium, potassium, calcium, magnesium and lead. *J. Biol. Chem.*, **126**, 1 (1938).

FOSTER, J. S., G. O. LANGSTROTH and D. R. MC RAE. Quantitative spectrographic analysis of biological materials. A method for the determination of sodium and potassium in glandular secretions. *Proc. Roy. Soc.*, A **165**, 465 (1938).

GAUL, L. E. The importance of the spectrograph in establishing the diagnosis of argyria or silver poisoning. *Proc. Fifth Summer Conference on Spectroscopy and its applications*, 82 (1938).

GERLACH, Wa. and We. GERLACH. The significance of spectral analysis for biological and medical problems. *Strahlentherapie*, **61**, 561 (1938).

GERLACH, We., W. ROLLWAGEN and R. INTONI. Advances in the spectral analytical technique for the investigation of medicinal preparations. *Virchow's Arch. Path. Anat.*, **301**, 588 (1938).

GIESECKE, F. and W. RATHJE. Report on experimental results to date with the Siemens and Zeiss apparatus for flame photometric determination of potassium in plant ashes. *Bodenkunde u. Pflanzenernähr*, **9**, 776 (1938).

HARRISON, G. R. Spectroscopy in food research. *Food Research*, **3**, 121 (1938).

KERTSCHER, F. Experiments with the Siemens Apparatus for the flame photome-

tric determination of potassium in Neubauer seedling ashes. *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.*, **9**, 758 (1938).

LANGSTROTH, G. O. Some applications of spectroscopic methods in experimental physiology. *Proc. Fifth Summer Conference on Spectroscopy and its Applications*, 113 (1938).

LANGSTROTH, G. O., and D. R. Mc RAE. Transport of material in sources for spectroscopic analysis. *Can. Journ. Research*, **16** A, 61 (1938).

LEHMANN, W. Schunhknecht's flame photometric determination of potassium compared with a gravimetric method for plant ashes, feeds and fertilizers. *Bodenkunde u. Pflanzenernähr*, **9**, 766 (1938).

LUNDEGARDH, H. and T. PHILIPSON. The spark in flame method for spectral analysis. *Lantbruks-Högskol Ann.*, **5**, 249 (1938).

LUNDEGARDH, H. The triple analysis method of testing soil fertility and probable crop reaction to fertilization. *Soil. Sci*, **45**, 447 (1938).

MOOSE, C. A. Chemical and spectrographic analysis of phloem exudate and parenchyma sap from several species of plants. *Plant. Physiol*, **13**, 365 (1938).

NORINDER, E. Spectroscopic determination of calcium, potassium, sodium and magnesium in small amounts in blood serum. *Biochem. Z.*, **299**, 168 (1938).

OERTEL, A. C. The spectrograph in relation to agricultural problems. *J. Australian Inst. Agr. Sci.*, **4**, 441 (1938).

RAO, A. L. S. Quantitative spectroscopic analysis of plant products. *Science and Culture*, **4**, 362 (1938).

ROBINSON, W. O., R. WHETSTONE and B. F. SCHRIBNER. Presence of rare earths in hickory leaves. *Science*, **87**, 470 (1938).

RUSOFF, L. L. and L. W. GADDUM. The trace element content of the new born rat as determined spectrographically. *J. Nutrition*, **15**, 169 (1938).

SCOTT, G. H. and J. H. Mc MILLEN. The spectroscopic determination of lead in blood for normal human subjects. *Am. J. Med. Sci.*, **195**, 622 (1938).

SCOULAR, F. I. Quantitative study by means of spectrographic analysis of copper in nutrition. *J. Nutrition*, **16**, 437 (1938).

THOMSON, K. B., R. A. SAWYER and O. S. DUFFENDACK. The analysis of skin and urine for traces of lead. Proc. fifth Summer Conference on Spectroscopy and its Applications, 79 (1938).

VIGLIANI, E. C. The new method of discovering lead poisoning : the metabolism of the porphyrins and the spectrographic examination of blood. *Arch. Maladies Professionnelles*, **1**, 185 (1938).

WEBER, H. C. and R. D. JACOBSON. Estimation of boron by a modified flame test. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **10**, 273 (1938).

1939

ASHTON, F. L. Control of the cyanogen bands of the graphite arc, when estimation chromium spectrographically in plant material. *J. Soc. Chem. Ind.*, **58**, 185 (1939).

ARMSTRONG, D. W. and F. S. BRACKETT. Spectroscopic analysis of biological fluids for heavy metals. *J. Ind. Hyg. Toxicol.*, **21**, 448 (1939).

BODUNKOV, B. I. Distribution of lithium in plants. *Trav. Lab. Biogeochim., Acad. Sci. U. R. S. S.*, **5**, 179 (1939).

Borovik-Romanova, T. F. Spectroscopic determination of barium in the ash of marine organisms. *Trav. Lab. Biogeochim. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **5**, 171 (1939).
— Spectroscopic determination of barium in the ash of plants. *Trav. Lab. Biogeochim. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **5**, 175 (1939).
Breckpot, R. Spectrographic determination of the alkali and alkaline earth metals. *Publ. Inst. Belg. Amélioration Betterave*, **7**, 49 (1939).
Brunstetter, B. C., A. T. Myers, H. L. Wilkins and M. A. Hein. Simultaneous quantitative determination of seven elements in grasses and legumes spectrographically. *Proc. Sixth Conference on Spectroscopy, and its Applications*, 14 (1939).
Brunstetter, B. C., A. T. Myers, I. W. Dix and C. A. Magoon. A quantitativ survey of eight mineral elements by a spectrographic method and of total nitrogen in young leaves of twenty-five varieties of american grapes. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **37**, 635 (1939-40).
Charola, F. Spectrographic analysis of drinking water from Bell-Ville (Cordoba). Method of determination of vanaduim. *Anales Asoc. Quim. Argentina*, **27**, 35 (1939).
Ells, V. R. and C. E. Marshal. The determination of exchangeable bases by the Lundegârth spectrographic method. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, **4**, 131 (1939).
Gazzi, V. Quantitative spectrographic analysis by the flame method. Determination of cesium, rubidium, potassium and lithium. *Ann. Chim. Applicata*, **29**, 500 (1939).
Goodwin, R. A. The quantitative spectrographic analysis of soils. *Iowa State Coll. J. Sci.*, **14**, 35 (1939).
Gorbach, G. and F. Windhaber. Determining the mineral components of honey with the aid of spectral analysis. *Z. Untersuch. Lebensm.*, **77**, 337 (1939).
Griggs, M. A. Use of the Lundegârdh spectrographic method. *Science*, **89**, 134 (1939).
Hess, T. M., J. S. Owens and L. G. Reinhardt. Analysis of organic materials for traces of metallic impurities. *Ind. Eng. Chem. Anal., Ed.*, **11**, 646 (1939).
Ivanov, D. N. Quantitative determination of copper in soils by means of spectral analysis. *Pedology*, **34**, 94 (1939).
Keiller, P. A. The analysis of leaves from tea bushes affected by « Witches Broom ». *Tea Quart.*, **12**, 96 (1939).
Lagrange, R. and A. Tchakirian. Traces of elements in calcareous algae. *C. R.*, **209**, 58 (1939).
Mc Hargue, J. S., E. B. Offutt and W. S. Hoogkiss. Spectroscopic method for the determination of boron in plants and animal materials. *Soils Sci. Soc. Am. Proc.*, **4**, 308 (1939).
Magoon, C. A., A. T. Myers, I. W. Dix and B. C. Brunstetter. Spectrographic study of Concord and Ontario grapes varieties. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **36**, 485 (1939).
Majewski, F. Flame method of spectrochemical analysis. *Nature*, **144**, 1047 (1939).
Mandelstam, S. L. Use of flame in spectrum analysis. *C. R. Acad. U. R. S. S.*, **22**, 403 (1939).
Mazza, L. Direct determination of some elements in flame spectra by a photoelectric method. *Atti X^e Congr. Intern. Chim.*, **3**, 438 (1939).
Miller, E. S. Quantitative biological spectroscopy. *Burgess Pub. Co. Minneapolis* (1939).

MYERS, A. T., B. C. BRUNSTETTER, I. W. DIX and C. A. MAGOON. A quantitative spectrographic determination of eight elements in young leaves of the Delaware grapes. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **37**, 645 (1939-40).

PRESS, R. and W. R. FEARON. The ultimate composition of biological material (glandular tissues). *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.*, **22**, 157 (1939).

RAÏKHBAUM, Y. D. Determination of tungsten in minerals by the comparaison of spectral energies. *Zavodskaya Lab.*, **8**, 601 (1939).

RECORDER, R. F. Spectrographic analysis of the Rio Plata river water and of tap water in Buenos Aires. *Bol. Obras. Sanit. Nacion* (Buenos Aires), **3**, 16 (1939).

RICHTER, C. Spectrographic determination of silicon in blood. *Arbeitsschutz*, 141 (1939).

ROACH, W. A. Flame method of spectrochemical analysis. *Nature*, **144**, 1047 (1939).

ROGERS, L. H. Spectrographic microdetermination of copper. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **11**, 47 (1939).

ROGERS, L. H., O. E. GALL, L. W. GADDUM, and R. M. BARNETTE. Distribution of macro-and micro-elements in some soils of peninsular Floride. *Techn. Bull.* 341, *Fla. Agr. Exp. Sta.*, 341 (1939).

ROGERS, L. H., O. E. GALL and R. M. BARNETTE. The zinc content of weeds and volunteer grasses and planted land covers. *Soil. Sci.*, **47**, 237 (1939).

SCHRIBNER, B. F. Spectroscopic detection of rare earths in plants. *Proc. Sixth Summer Conference on Spectroscopy and its Applications* (1939).

SCOULAR, F. I. A quantitative study, by means of spectrographic analysis of zinc in nutrition. *Nutrition*, **17**, 103 (1939).

— A quantitative study, by means of spectrographic analysis of aluminium in nutrition. *Nutrition*, **17**, 393 (1939).

STEWARD, F. C. and J. A. HARRISON, The absorption and accumulation of salts by living plant cells. *Ann. Botany* (*N. S.*), **3**, 427 (1939).

STRAIT, L. A. Quantitative analysis of rubidium in plant sap by spectrographic means. *Phys. Rev.*, **56**, 855 (1939).

TOROK, T. Some observations on flame spectral analysis. *Z. Anal. Chem.*, **116**, 29 (1939).

THOMPSON, S. G. The study of mineral deficiencies and excesses by spectrochemical methods. *Ann. Rept. East. Malling Res. Sta.*, **27**, 86 (1939).

1940

ALLISON, R. V. and L. W. GADDUM. The trace element content of some important soils. *Proc. Soil. Sci. Florida*, **2**, 68 (1940).

BALLARD, S. S. A spectrographic study of the distribution of mineral elements in sugar cane. *Hawaiian Planter's Record*, **44**, 183 (1940).

— Qualitatative spectrochemical analysis in agriculture and geochemistry. *J. Applied Phys.*, **11**, 750 (1940).

— The role of the spectrograph in the analysis of agricultural materials. *Hawaiian Planter's Record*, **44**, 35 (1940).

BOROVIK, S. A. Use of spectroscopic analysis in biochemistry. *Bull. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **4**, 117 (1940).

BOSAZZA, V. L. Occurence of vanadium and molybdenum in clays. *Nature*, **146**, 746 (1940).

CARRIGAN, R. A., and L. H. ROGERS. The trace element content of certain Florida soils and related plant materials. *Proc. Soil. Sci. Soc. Florida*, **2**, 92 (1940).

CLEMENTE, A. and L. MENDEZ. Note on visual analysis of the ash of some Philippines vegetable foods. *Univ. Philippines Nat. and Appl. Sci. Bull.*, **7**, 327 (1940).

DAVIDSON, A. M. M. and R. L. MITCHELL. The spectrographic determination of trace elements in soils. The determination of chromium in the cathodelayer arc. *J. Soc. Chem. Ind.*, **59**, 213 (1940).

DAVIDSON, A. M. M. and R. L. MITCHELL. The determination of cobalt and chromium in soils. *J. Soc. Chem. Ind.*, **59**, 232 (1940).

EARLS, L. T. Quantitative spectrographic analysis of plant tissue. *Proc. Iowa Acad. Sci.*, **47**, 285 (1940).

HERRY, J. Rapid methods of analysis applicable to flour milling. *Bull. École Meun. Belge*, **7**, 4 (1940).

HESS, T. M., J. S. OWENS and L. G. REINHARDT. Analysis of organic materials for traces of metallic impurities. *Proc. Seventh Summer Conference on Spectroscopy and its applications*, 29 (1940).

IVANOV, D. N. Application of spectrographic analysis in soil science. *Bull. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **4**, 203 (1940).

KEHOE, R. A., J. CHOLAK and R. V. STORY. Spectrochemical study of the normal ranges of concentration of certain trace metals in biological materials. *J. Nutrition*, **19**, 579 (1940).

— Manganese, lead, tin, copper and silver in normal biological material. *J. Nutrition*, **20**, 85 (1940).

KENT, N. L. Quantitative analysis of plant tissues for lithium by the Ramage flame photometer. *J. Soc. Chem. Ind.*, **59**, 148 (1940).

KIRK, P. L. The application of microchemistry to biochemical analysis. *Ann. Rev. Biochem.*, **9**, 593 (1940).

LIKENHOUS, E. E., F. B. JOHNSTON and J. F. HERTWECK. The determination of the major mineral constituents of grain ash. *Ann. Wine Liquor J.*, **8**, 21 (1940).

LOOFBOUROW, J. R. Bordeline problems in biology and physics. Application of physical methods to the investigation of biological and biochemical problems. *Rev. Modern Phys.*, **12**, 267 (1940).

LUNDEGARDH, H. and H. BERGSTRAND. Spectroanalytical investigations into the content of mineral substances in the liver. *Nova acta Regiae Soc. Sci. Upsaliensis*, **12**, 1 (1940).

MATHE, C. P. and R. C. ARCHAMBEAULT. Spectrographic analysis of urinary calculi. *Pacific Coast. Med.*, **7**, 13 (1940).

MAVRODINEANU, R. The control of the spraying in Lundegårdh apparatus. *Spectrochimica acta*, **1**, 421 (1940).

MAYER, F. X. The spectral analytical investigation of cauterized areas. *Wien Klin. Wschr.*, **1**, 397 (1940).

MELVIN, E. H. and R. T. O' CONNOR. A method for the quantitative spectrochemical analysis of important trace elements in mixed fertilizers. *Proc. Seventh Summer Conference on Spectroscopy and its Applications*, 42 (1940).

MELVIN, E. H., R. T. O' CONNOR, O. R. WULF and C. H. KUNSMAN. Quantitative spectroscopic analysis of important trace elements in mixed fertilizers. *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, **23**, 282 (1940).

MITCHELL, R. L. The spectrographic determination of trace elements in soils. The cathode layer arc. *J. Soc. Chem. Ind.*, **59**, 210 (1940).

NORINDER, E. Spectral analytical determination of the cations of the blood serum. *Upsala Läkarefören Förh.*, **45**, 419 (1940).

NOVAK, V. and J. PELISEK. Problems of the soil microelements. *Vestr. Csl. Akad. Zemed.*, **16**, 252 (1940).

PALLMANN, H. and A. HASLER. A method of quantitative flame spectroscopy. *Mitt. Lebensm. Hyg.*, **31**, 190 (1940).

PELISEK, J. The occurence of gallium in Moravian soils. *Sborn. Csl. Akad. Zemed.*, **15**, 61 (1940).

— Distribution of barium and strontium in Moravian soils. *Sborn. Csl. Akad. Zemed.*, **15**, 229 (1940).

PENATI, F. The biological signifiance of cobalt in the light of the most recent result. *Rass. Med. Ind.*, **11**, 177 (1940).

RANKAMA, K. The use of the trace elements in some problems of practical geology. *C. R. Soc. Geol. Finlande*, **14**, 90 (1940).

RAO, A. L. S. Distribution of trace elements in biological material. *J. Indian Chem. Soc.*, **17**, 351 (1940).

RICHARDS, O. W. and M. C. TROUTMAN. Spectroscopic analysis of the mineral content of yeast growing on synthetic and natural media. *J. Bact.*, **39**, 739 (1940).

RICHTER, C. Spectrographic determination of silicon in the blood. *Arbeitschutz*, 87 (1940).

ROACH, W. A. Diagnosis of mineral deficiences and excesses by systematic leaf injection and analysis. *Ann. Rpt. East Mall. Reg. Sta.*, **27**, 51 (1940).

ROGERS, L. H. and R. C. HUGUES. Some physical and chemical methods used in determining the trace element content of soil, plant and animal materials. *Proc. Soil. Sci. Soc. Florida*, **2**, 59 (1940).

RUSANOV, A. K. and K. N. VASIL'EVA. Methods of quantitative spectral analysis of minerals and solutions. Determination of rubidium, cesium, potassium and manganese. *Zavodskaya Lab.*, **8**, 832 (1940).

RUSANOV, A. K. Use of a spark discharge and an acetylene flame in the analysis of solutions and minerals. *Bull. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **4**, 195 (1940).

SCHNEIDER, E. Quantitative determination of manganese in plants. Dissertation Munchen (1940).

SCOTT, R. O. and W. M. CUMMING. The spectrochemical analysis of milk powder. *J. Roy. Techn. Coll.* (Glasgow), **4**, 633 (1940).

SHEAR, G. M. and H. D. USSERY. Frenching of tobacco distinguished from thallium toxicity by spectrographic analysis. *J. Agr. Research*, **60**, 129 (1940).

SOLODOVNIK, S. M. and E. V. GUSYATZKAYA. Spectral method of determining thallium in solution. *Zavodskaya Lab.*, **9**, 426 (1940).

TATE, F. G. H. and H. K. WHALLEY. Spectrographic analysis of tobacco ash. *Analyst*, **65**, 587 (1940).

TEARLS, L. Quantitative analysis of plant tissues. *Proc. Iowa Acad. Sci.*, **47**, 285 (1940).

VINOGRADOV, A. P. Copper content of various Soils. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **27**, 1002 (1940).

1941

AMBLER, P. and M. A. GRIGGS. Determination of metals in some pectinates. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **13**, 102 (1941).

BERTRAND, D. Microchemical determination of gallium. *Bull. Soc. Chim.*, **8**, 581 (1941).

BORNEMAN-STARYNKEVICH, I. D., S. A. BOROVIK and J. B. BOROVSKII. Rare earths in plants and soils. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **30**, 227 (1941).

BRUNSTETTER, B. C. and A. T. MYERS. Some horticultural applications of spectrochemical analysis. *J. O. S. A.*, **31**, 163 (1941).

CHOLAK, J. and R. V. STORY. Spectrochemical determination of trace metals in biological material. *J. O. S. A.*, **31**, 730 (1941).

COLLANDER, R. Selective absorption of cations by higher plants. *Plant Physiol.*, **16**, 691 (1941).

ELLS, V. R. The Lundegårdh flame method of spectrographic analysis. *J. O. S. A.*, **31**, 534 (1941).

FOX, G. W. and R. A. GOODWIN. The quantitative spectroscopic analysis of soils. *Iowa State Coll. J. Sci.*, **15**, 119 (1941).

GENTINI, A. Experimental study of flame spectroscopy. *Ann. Assoc. Quim. Farm. Uruguay*, **44**, 21 (1941).

GORBACH, G. Contribution to chemistry of honey. On the determination of the origin of honey by means of the spectral analytical detection of its mineral constituents. *Forschungsdienst*, **11**, 223 (1941).

GRIGGS, M. A., R. JOHNSTIN and B. E. ELLEDGE. Use of the Lundegårdh spectrographic method in mineral analysis of biological materials. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **13**, 99 (1941).

HIBBARD, R. P. Detection, distribution and mobility of certain elements in the tissues of plants growing under different conditions as determined by the spectrographic method. *Michigan agr. Expt. Sta. Techn. Bull.*, **176**, 3 (1941).

HODGKISS, W. S. and B. J. ERRINGTON. Spectrographic identification of minor elements in hay and grain mixtures. *Trans. Kentucky Acad. Sci.*, **9**, 17 (1941).

IVANOV, D. N. Mutual effect of alkali elements on the intensity of their spectrum in the flame. *Zavodskaya Lab.*, **10**, 401 (1941).

KENT, N. L. Absorption, translocation and ultimate fate of lithium in the wheat plant. *New Phytol.*, **40**, 291 (1941).

MC CLELLAND, J. A. C. and H. K. WHALLEY. The Lundegårdh apparatus, its construction and use. *J. Soc. Chem. Ind.*, **60**, 288 (1941).

MITCHELL, R. L. Spectroscopic analysis of solutions by a modified Ramage flame emission method. *J. Soc. Chem. Ind.*, **60**, 94 (1941).

LAMB, F. W. Determination (spectroscopic) of blood magnesium. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **13**, 185 (1941).

MELVIN, E. H. and R. T. O' CONNOR. Spectrochemical analysis of trace elements in fertilizers (boron, manganese and copper). *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **13** 520 (1941).

O' CONNOR, R. T. Spectrochemical analysis of trace elements in fertilizers (zinc). *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **13**, 597 (1941).

PRESS, R. Spectrochemical analysis of eggs. *Nature*, **148**, 783 (1941).

ROGERS, L. H. Spectrographic analysis in agricultural research. *J. O. S. A.*, **31**, 260 (1941).

SCHROEDER, C., W. and H. C. LYTHGOE. Determination of lead content of commercial ciders and vinegars by spectrographic methods. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **13**, 829 (1941).

SEDELETZKI, I. and D. IVANOV. Distribution of copper in the main soil types of the U. S. S. R. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **30**, 51 (1941).

SIBAIYA, L. and M. S. V. RAO. Spectrum analysis of mineral contents of fruits. *J. Ind. Chem. Soc.*, **18**, 523 (1941).

STEADMAN, L. T. A spectrochemical determination of sodium in blood serum. *J. Biol. Chem.* **138**, 603 (1941).

STEADMAN, L. T., H. C. HODGE and H. W. HORN. Spectrochemical studies of potassium in bone and tooth substance. *J. Biol. Chem.*, **140**, 71 (1941).

STEADMAN, L. T. and H. E. THOMPSON. The spectrochemical determination of bismuth in biological material. *J. Biol. Chem.*, **138**, 611 (1941).

STEWART, A. B. Soil properties in relation to grass sickness in horses. *J. Agric. Sci.*, **31**, 308 (1941).

STONE, I. Determination of traces of tin in malt beverages. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **13**, 791 (1941).

STROCK, L. W. and S. DREXLER. Geochemical study of Saratoga mineral waters by a spectrochemical analysis of their trace elements. *J. O. S. A.*, **31**, 167 (1941).

WANDER, I. W. and W. R. BRODE. The spectrochemical determination of potassium in leaf material. *J. O. S. A.*, **31**, 402 (1941).

WILSON, S. H. and M. FIELDES. Studies in spectrographic analysis. Minor elements in sea weeds. *New Zealand J. Sci. Techn.*, **23** B, 47 (1941).

1942

AHRENS, L. H. The spectrochemical determination of fluorine in phosphate rocks. *J. S. Afr. Chem. Inst.*, **25**, 18 (1942).

ARND, T. and E. LEISEN. The determination of total potassium and phosphoric acid content of marshy soil by the flame photometer. *Bodenkde und Pflanzenernähr.*, **30**, 51 (1942).

BALLARD, S. S. and C. B. MILLS. Spectrographic determination of traces of potassium in sodium (acetate) soils extracts. *Phys. Rev.*, **61**, 108 (1942).

BERTRAND, D. Determination of vanadium in plants. *Bull. Soc. Chim.*, **9**, 121 (1942).

BRAY, J. M. Distribution of minor chemical elements in tertiary dike rocks of the Front Range. *Colorado. Amer. Min.*, **27**, 425 (1942).

DANIEL, E. P., E. M. HEWSTON and M. W. KIES. Spectrographic analysis of rat tissues for ingested vanadium. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **14**, 921 (1942).

DANIEL, E. P. and E. M. HEWSTON. Vanadium. A consideration of its possible biological role. *Am. J. Physiol.*, **136**, 772 (1942).

FABRE, R. and G. PETIT. Spectrographic trace test for lead in blood in connection with lead poisoning. *Arch. Mal. Profession.*, **4**, 120 (1942).

HARPER, D. A. and N. STRAFFORD. Rapid spectrographic determination of minute amounts of arsenic, lead, copper and other heavy metals in foodstuff colors and medicinals. *J. Soc. Chem. Ind.*, **61**, 74 (1942).

KENT, N. L. The occurrence of lead, tin and silver in wheat and its milling products. *J. Soc. Chem. Ind.*, **61**, 183 (1942).

LIEBIG, G. F., A. P. VANSELOW and H. D. CHAPMAN. Effects of alumina and copper

toxicity as revealed by solution culture and spectrographic studies of citrus. *Soil Sci.*, **53**, 341 (1942).

McHargue, J. S. and E. S. Hodge. Spectrography in agricultural research. *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, **25**, 509 (1942).

Marriott, W. R. V. Comparison of the methods of analysis for lead in urine. *Am. J. Clin. Path.*, **12**, 488 (1942).

Monfort, F. Spectroscopic research on the clays of Andenne of Condroz. *Ann. Soc. Géol. Belg. Bull.*, **65** B, 259 (1942).

Nelson, R. C. A grating spectrograph for mineral nutrition studies. *Plant. Physiol.*, **17**, 492 (1942).

Parks, R. Q. A spectrochemical method for the determination of boron in synthetic mixtures of soil materials. *J. O. S. A.*, **32**, 233 (1942).

Peliseck, J. Occurence of the microelement tin in West Moravian soils. *Sborn. Csl. Akad. Zemed*, **17**, 46 (1942).

Riehm, H. The routine determination of potash available to plants by the method of Egner and a special flame photometer. *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.*, **28**, 246 (1942).

Stewart, J., R. L. Mitchell, and A. B. Stewart, Pinning in sheep : confirmatory experiments on its control by cobalt rich fertilizers. *Emp. J. Exp. Agr.*, **10**, 57 (1942).

Wilson, S. H. Principles of quantitative spectrochemical analysis. *Australian Chem. Inst. J. and Proc.*, **9**, 205 (1942).

Wilson, S. H. and M. Fieldes. Studies in spectrographic analysis. Minor elements in a sea-weed. *New Zealand J. Sci. Tech.*, **23**, 47 (1942).

— Spectrographic estimation of boron in plant material. *New Zealand J. Sci. Techn.*, **24** B, 234 (1942).

1943

Allison, R. V. and T. Whitehead. Know fertilizer materials better : trace elements in some organic fertilizers. *Florida grower*, **51**, 19 (1943).

Bertrand, D. The distribution of lithium in plants. *C. R.*, **117**, 707 (1943).

Bertrand, G., D. Bertrand and C. Courty. The spectrographic determination of rubidium in alkali salts. *C. R.*, **217**, 520 (1943).

Borovik, S. A. Some new methods for spectral analysis of mineral raw materials. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **41**, 284 (1943).

— Application of spectral analysis to the study of the composition of inorganic raw materials. *Trudy Vsesoyuz. Konferentsii. Anal. Khim.*, **2**, 219 (1943).

Borovik, S. A., G. G. Bergman and T. F. Borovik-Romanova. Trace elements contained in Kok-Saghyz. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **40**, 329 (1943).

Cholak, J., D. M. Hubbard and R. V. Story. Determination of aluminium in biological material. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **15**, 57 (1943).

Curran, H. R., B. C. Brunstetter and A. T. Myers. Spectrochemical analysis of vegetative cells and spores of bacteria. *J. Bact.*, **45**, 485 (1943).

Herrmann, R. and P. Lederle. Substitution of illuminating gas for acetylene for the flame-photometric determination of potassium. *Bodenkunde und Pflanzenernähr.*, **30**, 189 (1943).

Nelson, R. C., P. C. Hamm and Y. S. Tsiang. Spectrographic analysis of plant ash for several elements. *Plant Physiol.*, **18**, 699 (1943).

Scott, R. O. and R. L. Mitchell. Concentration method in spectrographic analysis. *J. Soc. Chem. Ind.*, **62**, 4 (1943).

1944

Bertrand, G. and D. Bertrand. The general presence of rubidium in plants. *C. R.*, **219**, 325 (1944).

Blanck, O. V. and N. S. Sventiski. Spectral determination of sulfur in aqueous salt solutions. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **44**, 58 (1944).

Borovik-Romanova, T. F. The rubidium content of plants. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **43**, 163 (1944).

Borovik, S. A. and T. F. Borovik-Romanova. Determination of minor elements in different parts of fruits and seeds. *Trav. Lab. Biogeochim. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **7**, 111 (1944).

Cholak, J. and Coworkers. Methods for determining lead in air and in biological materials. *Am. Public. Health. Assoc.* September (1944).

Cholak, J. and D. M. Hubard. Determination of cadmium in biological material. Spectrographic and colorimetric methods. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* **16**, 333 (1944).

— Spectrochemical analysis with the air-acetylene flame. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **16**, 728 (1944).

Gyorgy, V. Photometric flame determination of potassium by the Nehring, Schachtschabel and Riehm method. *Mezögazdasagi Kutasok.*, **17**, 95 (1944).

Herrmann, R. and P. Lederle. A colorimetric and a modified flame photometric determination of phosphoric acid and potassium in the soil lactate extracts obtained by H. Riehm's method. *Bodenkunde und Pflanzenernähr.*, **34**, 1 (1944).

Jeppesen, C. R., E. J. Eastmond and H. C. Logan. Spectrographic determination of lead in pectinous materials. *J. O. S. A.*, **34**, 313 (1944).

Mitchell, R. L. The distribution of trace elements in soils and grasses. *Proc. Nutrit. Soc.*, **1**, 183 (1944).

Nichols, M. L. and L. H. Rogers. Determination of small amounts of molybdenum in plants and soils. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **16**, 137 (1944).

Oertel, A. C. The quantitative spectrochemical analysis of agricultural samples. *J. Council Sci. Ind. Research.*, **17**, 225 (1944).

— Preparation of HCl extracts of soils for quantitative spectrochemical analysis. *J. Soc. Chem. Ind.*, **63**, 379 (1944).

Oertel, A. C. and J. A. Prescott. A spectrochemical examination of some ironstone gravels from Australian soils. *Trans. Roy. Soc. Australia*, **68**, 173 (1944).

Ramelehner, L. Experience with the flame photometer of Schuhknecht-Waibel. *Mezogazdasagi Kutasok*, **17**, 51 (1944).

Sedletskii, D. and D. N. Ivanov. The copper content of the principal soil types of U. R. S. S. and the spectral method of determining it. *Akad. Nauk. S. S. S. R.*, **1**, 149 (1944).

Smirnov, S. S. Concentrations of boron in the Northeastern ore province. *C. E. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **45**, 22 (1944).

Tracy, A. and J. McPheat. Spectrographic determination of lead in blood. *Biochem. J.*, **37**, 683 (1944).

1945

AHRENS, L. H. Trace elements in clays. *S. African J. Sci.*, **41**, 152 (1945).

BARNES, R. B., D. RICHARDSON, J. W. BERRY and R. L. HOOD. Flame photometry. A rapid analytical procedure. *Ind. Eng. Chem. An. Ed.*, **17**, 605 (1945).

BOROVIK, S. A. Some new methods for the spectral analysis of minerals. *Bull. Acad. Sci., U. R. S. S.*, **9**, 763 (1945).

BRODY, J. K. and D. T. EWING. Spectrographic determination of some metallic elements in food and feces. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **17**, 627 (1945).

LANDERGREN, S. Contribution to geochemistry of boron. Spectrochemical determination of boron in silicate rocks and sediments. *Ark. for Kemi. Miner. Geol.*, **19** A (1945).

MERCADER, A. L. and A. I. DE DIEGO. Spectrographic analysis of Escherichia Coli, bacillus subtilis and bacillus pyocyaneus. *Rev. Med. Cienc. Afines* (Buenos Aires), **7**, 735 (1945).

MITCHELL, R. L. Cobalt and Nickel in soils and plants. *Soil. Sci.*, **60**, 63 (1945).

MORRIS, V. H., E. D. PASCOE and T. L. ALEXANDER. Studies of the composition of the wheat kernel. Distribution of certain inorganic elements in center sections. *Cereal Chem.*, **22**, 351 (1945).

RANKAMA, K. and T. G. SAHAMA. An inaccurate use of spectral analysis. *Suomen Kemistilehti*, **18** B, 31 (1945).

RIEHM, H. Determination of potassium in lactate extracts with the flame photometer without precipitation of calcium. *Bodenkunde und Pflanzenernähr*, **36**, 109 (1945).

SINYAKOVA, S. I. On the distribution of lead in soils. *C. R. Acad. Sci., U. R. S. S.*, **48**, 648 (1945).

TURUNEN, E. The determination of the ash constituents of certain ericaceae by means of optical emission spectrum analysis. *Suomen Kemistilehti*, **18** B, 13 (1945).

VANSELOW, A. P. Minor element content of normal, manganese deficient and manganese treated English walnut tress. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **46**, 15 (1945).

1946

ATTOE, O. J. and E. TRUOG. Rapid photometric (flame) determination of exchangeable potassium and sodium. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **11**, 221 (1946).

BERTRAND, G. et D. BERTRAND. The general presence of rubidium in plants. *Ann. Inst. Pastur*, **72**, 416 (1946).

BERTRAND, G. and D. BERTRAND. The presence and determination of rubidium in arable soils. *C. R.*, **223**, 183 (1946).

— Rubidium in the Cryptograms, *C. R.*, **222**, 572 (1946).

BROWN, J. G. and O. LILLELAND. Rapid determination of potassium and sodium in plant materials and soil extracts by flame photometry. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **48**, 341 (1946).

OERTEL, A. C. and H. C. T. STACE. Errors in spectrochemical flame analysis. *J. Soc. Chem. Ind.*, **65**, 340 (1946).

RAMOORTHY, B. and S. V. DESAI. Preliminary studies of the nutritional diseases of plants and their spectroscopic diagnosis. *Indian J. Agr. Sci.*, **16**, 103 (1946).

RAMAMURTHY, B. and B. VISWANATH. Comparative studies on Indian soils. Spectroscopic estimation of boron contents. *Indian J. Agr. Sci.*, **16**, 420 (1946).

ROACH, W. A. Flame method of spectrochemical analysis. *J. Soc. Chem. Ind.*, **65**, 33 (1946).

SCOTT, R. O. Spectrographic determination of trace elements in the cathode layer arc by the variable internal standard method. *J. Soc. Chem. Ind.*, **65**, 291 (1946).

1947

BERTRAND, D. The presence and determination of lithium in soils. *C. R.*, **224**, 952 (1947).

BERTRAND, G. and D. BERTRAND. Rubidium in phanerogams. *Ann. Inst. Pasteur*, **73**, 472 (1947).

— Studies in cryptograms. *Ann. Agron.*, **17**, 323 (1947).

EFFENFIEV, F. M. Combined spectral and chemical analysis of microelements. *Bull. Acad. Sci. U. R. S. S.*, **11**, 313 (1947).

GUEBENZA, M. D., A. S. RUIZ and J. M. LOPEZ DE AZCONA. Spectroanalytical study of absorption and localisation of trace elements in lens esculenta. *Anales Real. Acad. Farm.*, 269 (1947).

HOLD, P. M. The flame photometer for measurement of sodium and potassium in biological materials. *J. Biol. Chem.*, **167**, 499 (1947).

MITCHELL, R. L. Spectrographic analysis of plants and soils. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.*, **22**, 1 (1947).

MITCHELL, R. L. and R. O. SCOTT. Concentration methods in spectrographic analysis (soil extracts) *J. Soc. Chem. Ind.*, **66**, 330 (1947).

MYERS, A. T., R. S. DYAH and J. W. BORLAND. The flame photometer in soil and plant analysis. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **12**, 127 (1947).

RENDING, V. V. Rapid determination of the base exchange capacity of soils with the flame photometer. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **12**, 449 (1947).

ROGERS, L. H. Determination of exchangeable bases with the air-acetylene flame and quartz photoelectric spectrophotometer. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **12**, 124 (1947).

ROGERS, L. H. Report on the determination of zinc in soils. *J. Assoc. Offic. Agr. Chem.*, **30**, 310 (1947).

1948

BERTRAND, G. and D. BERTRAND. Investigation of traces of elements in the organs of plants and animals. *Anal. Chim. Acta*, **2**, 770 (1948).

— The presence and determination of rubidium in arable soils. *Ann. Agron.*, **18**, 1 (1948).

BOROVIK, S. A. and T. F. BOROVIK-ROMANOVA. Influence of total composition of a sample on the intensity of the spectral lines in spectrum analysis of mineral raw materials (soils). *Izvest. Akad. Nauk., S. S. S. R., Otdel Khim. Nauk.*, **1948**, 161 (1948).

BOROVIK-ROMANOVA, T. F. Quantitative spectroscopic determination of lithium in soils. *Zhur. Anal. Khim.*, **3**, 362 (1948).

BROWN, J. G., O. LILLELAND and R. K. JACKSON. Determination of calcium and magnesium in leaves using flame method and a quartz spectrophotometer. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **52**, 1 (1948).

HAYCOCK, M. H. and L. R. RUSSELL. Spectrographic determination of potash in rock salt. *Trans. Can. Inst. Mining. Met.*, **51**, 281 (1948).

HOOGLAND, P. L. Methods for the determination of some trace elements in biological materials. *Anal. Chim. Acta*, **2**, 831 (1948).

LUNDEGÅRDH, H. Some aspects of the distribution and determination of zinc. *Kgl. Lantbruks. Högskol. Ann.*, **15**, 1 (1948).

MITCHELL, R. L. Spectrographic analysis of soils, plants and related materials. *Harpenden* (1948).

— Trace constituants in soils and plants. Their significance and spectrographic determination. *Research*, **1**, 159 (1948).

POTTERAT, I. M. and O. HOGL. Determination of zinc in foodstuffs and commodities. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.*, **39**, 372 (1948).

ROGERS, L. H. Report on the determination of zinc and copper in soils. *Assoc. J. Offic. Agr. Chem.*, **31**, 361 (1948).

SEDLACEK, B. and J. VALICEK. The estimation of potassium available to plants in soils by the flame photometric methods. *Sbornik. Csl. Akad. Zemed.*, **21** 136 (1948).

SCHARRER, K. Determination of trace of boron and copper (in soils). *Z. Anal. Chem.*, **128**, 435 (1948).

STACE, H. C. T. The spectrochemical determination of magnesium in soil extracts by the Lundegårdh air-acetylene flame technique. *J. Council Sci. Ind. Research*, **21**, 305 (1948).

TOTH, S. J., A. L. PRINCE, A. WALLAGE and D. S. MIKKELSEN. Rapid determination of eight mineral elements in plant tissues by a systematic procedure involving use of flame photometer. *Soil. Sci.*, **66**, 459 (1948).

WARREN, H. V. and R. E. DELAVAULT. Biochemical investigations in British Columbia. *Geophisics*, **13**, 609 (1948).

WOLFF, H. Quantitative spectrum analysis of trace elements in blood and organs. *Biochem. Z.*, **318**, 430 (1948).

1949

BILLS, C. E., F. G. MC DONALD, W. NIEDERMEYER and M. C. SCHWARTZ. Sodium and potassium in foods and water. Determination by the flame photometry. *J. Am. Dietectic. Assoc.*, **25**, 304 (1949).

DUQUENOIS, P. and E. SCHRAES. Metallic elements in the leaves of Digitalis purpurea from the Vosges. *C. R.*, **228**, 1514 (1949).

JACOB, K. D. Fertilizer review of analytical chemistry. *Anal. Chem.*, **21**, 208 (1949).

STANFORD, G. and L. ENGLISH. Use of flame photometer in rapid soil tests for potassium and calcium. *Agron. J.*, **41**, 446 (1949).

WARM, H. V. and R. E. DELAVAULT. Further studies in biogeochemistry. *Bull. Geol. Soc. Am.*, **60**, 531 (1949).

WEISCHSELBAUM, T. E. and P. L. VARNEY. A new method of flame photometry. *Proc. Soc. Explt. Biol. Med.*, **71**, 570 (1949).

WOIWOD, A. J. Photoelectric flame photometer. *Biochem. J.*, **45**, 400 (1949).

DUNABIN, J. E., H. MASON, A. P. SEYFANG and F. J. WOODMAN. Spectrographic examination of chromatographic columns. *Nature*, **164**, 916 (1949).

Observations météorologiques de l'Année 1949

par

G. Demortier et M. Bonus.

HIVER 1949

Insolation.

Décembre 1948. — Le soleil a été très généreux en décembre 1948. — Son activité s'est manifestée pendant 68,6 heures soit 26,6 heures de boni sur la moyenne normale. La répartition en est la suivante :

1e décade : 31,1 heures ;
2e décade : 6,0 heures ;
3e décade : 31,5 heures.

Janvier 1949. — Pendant le mois de janvier on note également un boni d'insolation de 14,5 heures. Cette activité solaire est particulièrement importante. En voici d'ailleurs la répartition par décade :

1e décade : 5,6 heures ;
2e décade : 9,1 heures ;
3e décade : 52,85 heures.

Février. — Comme les deux précédents, le mois est caractérisé par un boni de 28,7 heures.

1e décade : 54 heures ;
2e décade : 32,2 heures ;
3e décade : 23,5 heures.

Précipitations.

Décembre 1948. — Les chutes de pluie sont déficitaires de 13,8 m/m. A l'inverse de l'insolation s'est surtout en 2e décade que s'observent les précipitations les plus importantes :

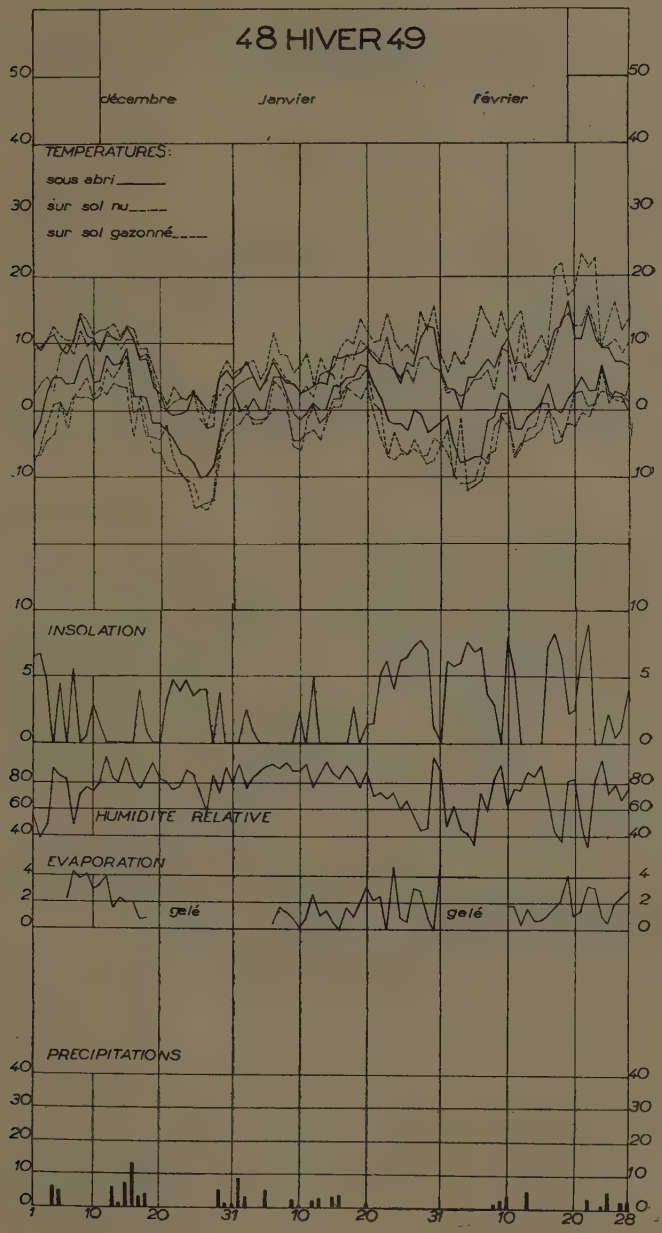
1e décade : 11.0 mm ;
2e décade : 35,4 mm ;
3e décade : 7,8 mm.

Hiver 1948-1949	Décembre 1948				Janvier 1949				Février 1949				Hiver 1948-1949
	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-28	Mois	
INSOLATION													
Heures possibles	81	79	87	247	81	84	98	263	94	100	85	279	789
Insolation moy. normale (Uccle)	14	13	15	42	16	17	20	53	27	29	25	81	176
Pour cent (heures)	18,5	16,4	17,2	17,0	19,7	20,2	20,4	20,2	28,7	29,0	29,4	29,0	22,3
Insolation observée (Gembloux)	31,1	6,0	31,5	68,6	5,6	9,10	52,85	67,55	54,0	32,2	23,5	109,7	237,85
Pour cent (heures).	38,39	7,59	36,20	27,77	6,91	10,83	53,92	25,68	57,44	32,20	27,65	39,32	30,14
PRÉCIPITATIONS (en mm.)													
Hauteur moyenne normale	22,73	16,79	28,48	68,00	25,4	18,1	14,9	58,4	13,0	15,0	14,0	42,0	168,4
Hauteur observée	11,00	35,40	7,8	54,20	21,1	13,7	—	34,8	7,4	5,3	15,1	27,8	116,8
Maximum	153 mm. en 1915				131,2 mm. en 1935				198 mm. en 1910		en 1937 260,4 mm.		
minimum	9 mm. en 1890				12,9 mm. en 1933				8 mm. en 1922		en 1892 80 mm.		
Jours de précipitations													
Moyenne normale	6	6	6	18	6	5	6	17	5	5	4	14	49
jours observés	2	6	3	11	5	5	—	10	3	2	5	10	31
jours de neige	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ÉVAPORATION (cc³)	—	—	—	—	—	1,42	gelé	—	gelé	1,54	2,15	—	—
HUMIDITÉ RELATIVE													
Moyenne des minima	66,9	86,2	78,91	77,39	89,3	86,7	67,91	80,9	60,5	73,5	70,25	67,93	67,93
TEMPÉRATURES													
Sous abri													
moy. normales des Maxima M	5,84	4,95	5,36	5,40	5,54	4,98	4,78	5,6	5,20	5,60	7,00	5,93	5,50
minima m	0,10	— 0,50	— 0,50	— 0,20	0	— 0,60	— 1,49	— 0,6	— 1,0	— 1,20	+ 0,30	— 0,63	—0,50
$\frac{M+m}{2}$:	2,95	2,40	2,43	2,60	2,77	2,19	1,64	2,20	2,10	2,20	3,65	2,65	2,50

Moy. observées des Maxima M	10,57	8,62	1,55	6,74	4,99	6,55	7,98	6,55	5,70	8,98	9,60	7,98	7,06
minima m	3,46	3,74	— 5,09	0,51	1,17	3,10	— 1,00	1,02	— 3,30	0,32	3,80	— 0,18	0,47
$\frac{M+m}{2}$:	7,01	6,18	— 1,77	3,62	3,08	4,82	3,49	3,78	1,20	4,65	6,34	3,90	3,76
jours de gelée	2	2	9	13	4	1	8	13	8	5	—	13	39
jours d'hiver	—	—	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Sur Sol nu													
Moy observées des Maxima M.	7,24	8,33	1,29	5,48	4,60	5,90	6,94	5,85	5,10	9,32	11,14	8,33	6,49
minima m.	1,61	— 0,12	— 9,42	— 3,90	— 1,54	— 0,02	— 5,48	— 2,45	— 6,95	— 2,82	1,48	— 3,07	—3,14
$\frac{M+m}{2}$:	2,81	4,10	— 4,06	0,79	1,53	2,94	0,73	1,70	— 0,92	3,25	6,31	2,63	1,67
jours de gelée	5	4	11	20	9	4	11	24	10	9	2	21	65
jours d'hiver	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Sur sol gazonné													
Moy. observées des Maxima M	11,32	10,05	2,35	7,73	7,17	8,66	10,9	8,98	10,79	14,47	16,53	13,74	10,03
minima m	— 0,25	1,54	— 7,66	— 2,30	0,65	1,87	— 4,95	— 3,74	— 0,50	— 2,36	+ 2,25	— 0,38	—1,36
$\frac{M+m}{2}$:	5,53	5,79	— 2,78	2,66	3,91	5,26	3,02	2,62	5,24	6,05	9,39	6,68	4,33
jours de gelée	4	4	9	17	6	3	10	19	9	7	—	16	52
jours d'hiver	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Au-dessus du Sol (10 cm.)													
Moy. observées des Maxima M	12,62	9,51	1,65	7,72	5,23	7,71	11,63	8,3	10,02	12,95	12,55	11,78	9,19
minima m	— 0,15	— 0,03	—11,16	— 4,15	— 1,27	0,22	— 4,00	— 1,76	— 5,32	— 2,25	1,29	— 2,30	—2,70
$\frac{M+m}{2}$:	6,23	4,74	— 4,75	1,79	1,98	3,96	3,81	3,27	2,35	5,35	6,92	4,74	3,24
jours de gelée	4	3	11	18	7	4	11	22	9	9	1	19	59
jours d'hiver	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4

Hiver 1948-1949	Décembre 1948				Janvier 1949				Février 1949				Hiver 1948-1949
	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-30	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	
Sous le sol													
Observation à 8 h. du matin													
à la profondeur de 10 cm.	3,14	4,69	— 2,2	1,74	1,71	3,69	0,49	1,92	— 0,71	1,90	4,26	5,75	1,73
20 cm.	4,27	5,93	— 0,2	3,22	1,99	4,57	1,95	2,81	0,82	3,17	5,70	3,09	3,03
Maximum Absolu													
Sous abri				14,0				12,7				16,4	
Sur sol nu				11,9				11,0				15,7	
Sur sol gazonné				13,5				15,7				23,4	
Au-dessus du sol				15,9				14,9				18,5	
Minimum absolu													
Sous abri				—10,2				— 3,4				— 7,8	
Sur sol nu				—14,4				— 6,8				—11,0	
Sur sol gazonné				—15,0				— 8,1				—12,2	
Au-dessus du sol				—18,5				— 6,9				—10,0	

Sous Abri			
Moyenne mensuelle la + élevée	6,74 en 1948	8,50 en 1947	7,98 en 1949
la + basse	— 5,5 en 1890	— 5,40 en 1940	— 6,0 en 1895
Moyenne des Maxima la + élevée	9,4 en 1915	10,08 en 1948	11,79 en 1948
minima la + nasse	— 9,2 en 1891	— 10,4 en 1940	— 8,40 en 1929
Maximum absolu le + élevé	16,5 en 1915	15,4 en 1948	19,20 en 1899
Minimum absolu le + bas,	— 17,6 en 1938	— 22,2 en 1940	— 21,5 en 1895


48 HIVER 49
décembre
Janvier
février
TEMPERATURES:
sous abri
sur sol nu
sur sol gazonné
INSOLATION
HUMIDITE RELATIVE
EVAPORATION
gelé
gelé
PRECIPITATIONS
1
10
20
31
10
20
31
10
20
28

Janvier. — Les chutes d'eau de janvier se situent sur les deux premières décades, la 3^e décade étant absolument sèche. – Le total des pluies s'élève à une hauteur d'eau de 34,8 mm. soit un définit de 23,6 mm sur la moyenne normale.

1^e décade : 21,1 mm ;
2^e décade : 13,7 mm ;
3^e décade : 0.

Février. — Ce mois est caractérisé par une sécheresse importante. La hauteur totale des eaux récoltées au pluviomètre est de 27,8 mm seulement !

Il y a 10 jours pluvieux, mais les chutes d'eau sont peu conséquentes :

1^e décade : 3 journées : 7,4 mm d'eau ;
2^e décade : 2 journées : 5,3 mm d'eau ;
3^e décade : 5 journées : 15,1 mm.

On ne relève aucune chute de neige pendant les trois mois d'hiver.

Températures.

Décembre 1948. — Les moyennes mensuelles des Maxima et minima sous abri, font apparaître un écart appréciable sur les moyennes normales. Il y a peu de gelée en 1^e et 2^e décade. Les froids commencent à se manifester en 3^e décade. On compte 9 jours de gelée sous abri dont 6 jours d'hiver pendant ces 10 journées. Malgré cette offensive hivernale, les moyennes mensuelles des Maxima à tous les postes se maintiennent très au dessus du zéro.

Janvier. — On note également pour ce mois, des moyennes très supérieures aux normes. Les gelées sont moins fortes qu'en décembre ; elles se situent en 1^e et surtout en 3^e décade. A noter qu'il n'est relevé aucune jour d'hiver pendant ce mois.

Février. — Ce mois présente, pour les températures, les mêmes particularités que les deux précédents. On ne relève aucun jour d'hiver. Les gelées se situent dans les deux premières décades. A signaler les Maxima peu usités en cette saison notamment sur le sol gazonné et à 10 cm. au dessus du sol.

En conclusion. — L'hiver 1948-1949 est bien ensoleillé, il est fortement déficitaire en pluies et la température enregistrée a été relativement douce.

PRINTEMPS 1949

Insolation.

Mars 1949. — Le nombre d'heures de soleil est en boni sur les normes du mois.

La répartition des heures est la suivante :

1e décade : 38,4 heures ;
2e décade : 25,5 heures ;
3e décade : 62,2 heures.

Avril. — Pour ce mois on totalise à l'héliographe 179,4 heures de soleil actif. Le boni constaté au mois précédent s'accentue encore :

1e décade : 36,0 heures ;
2e décade : 72,8 heures ;
3e décade : 70,6 heures.

Mai. — Avec mai on constate une régression importante dans l'insolation. Le déficit est de 67,1 heures, il absorbe plus que les bonis des deux mois précédents de sorte que le printemps 1949 est déficitaire sur ce chapitre.

Voici la répartition de mai :

1e décade : 62,4 heures ;
2e décade : 44,8 heures ;
3e décade : 42,7 heures.

Pluviosité.

A l'inverse de l'insolation la pluviosité du printemps est en boni sur la moyenne saisonnière.

Mars. — Les chutes de pluies présentent un excédent de 5,1 mm, sur les moyennes normales. Les deux premières décades sont seules arrosées, la troisième est sèche :

1e décade : 19,6 mm ;
2e décade : 35,1 mm ;
3e décade : 0.

Avril. — Ce mois présente un maquant de 8,5 mm sur la moyenne.

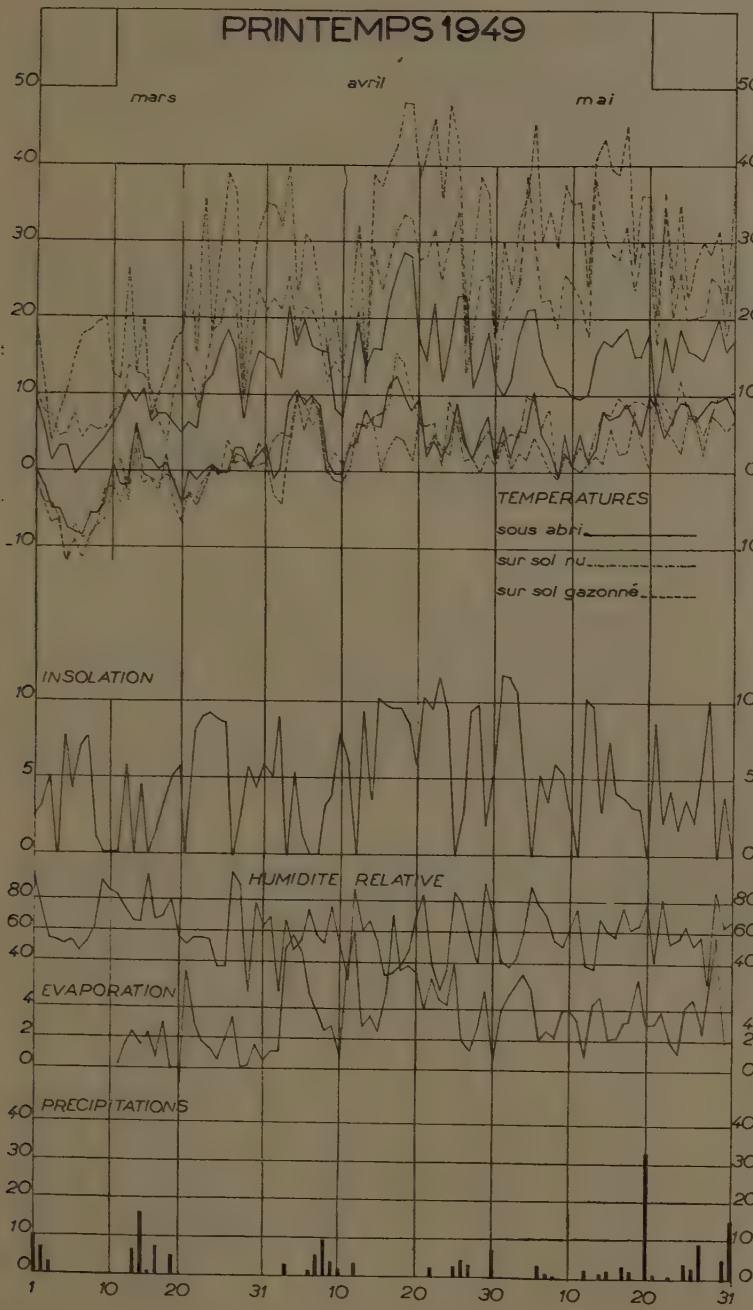
Voici les hauteurs relevées par décades ;

1e décade : 24,6 mm ;
2e décade : 3,2 mm ;
3e décade : 20,0 mm.

Printemps 1949	Mars				Avril				Mai				Printemps 1949
	1-10	11-20	21-30	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-30	Mois	
INSOLATION													
Heures possibles	112	118	137	367	131	137	144	412	149	154	175	478	1257
Insolation moy. normale (Uccle)	36,7	38,8	45,5	121	51	53,5	56,5	161	67	69	81	217	499
Pour cent (heures)	33,3	33,0	33,5	33,0	38,9	39,3	39,5	39,0	45,0	44,9	64,2	45,3	39,6
Insolation observée (Gembloux)	38,4	25,5	62,2	126,1	36,0	72,8	70,6	179,4	62,4	44,8	42,7	149,9	455,4
Pour cent (heures)	34,28	21,61	45,40	34,35	27,47	53,13	49,02	43,54	41,88	30,06	24,40	31,36	36,22
PRÉCIPITATIONS (en mm.)													
Hauteur moyenne normale	18,4	13,9	17,3	49,6	17,8	19,4	19,1	56,3	20,8	17,7	16,5	55,0	160,9
Hauteur observée (Gembloux)	19,6	35,1	0	54,7	24,6	3,2	20,0	47,8	4,8	33,4	39,1	77,3	179,8
Maximum	153 mm. en 1915				119,8 mm. en 1915				139 mm. en 1923			en 1937	260,4
Minimum	9 mm. en 1890				5 mm. en 1890				8 mm. en 1922			en 1892	80,0
JOURS DE PRÉCIPITATIONS													
Moyenne normale	5	4	6	15	5	5	5	15	5	5	4	14	44
Jours observés	3	6	0	9	7	2	5	14	4	7	7	18	41
Jours de neige	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ÉVAPORATION (cc^3)	—	—	1,84	—	4,15	5,9	3,75	4,60	4,29	3,35	3,63	3,76	—
HUMIFITÉ RELATIVE													
Moyenne des minima	63,3	74,2	57,9	64,90	57,1	51,7	61,4	56,72	59,1	61,9	59,73	60,22	60,66
TEMPÉRATURES													
Sous abri													
Moy. normales des Maxima M	8,3	9,2	10,6	9,4	12,0	13,2	14,4	13,7	16,4	18,8	20,9	18,5	13,7
minima m	0,8	0,8	1,6	1,1	2,5	3,0	4,0	3,2	5,6	6,8	8,5	7,0	3,8
$\frac{M+m}{2}$:	4,5	5,0	6,1	5,2	7,2	8,1	9,2	8,4	11,0	12,8	14,7	12,7	8,7

Moy. observées des Maxima M	1,06	7,62	12,16	7,84	11,74	19,04	16,58	12,00	14,24	15,12	15,04	15,18	13,13
minima m	5,08	0,14	1,00	1,22	1,70	7,73	4,04	5,48	4,24	6,10	8,08	6,24	4,48
$\frac{M+m}{2}$:	— 1,01	3,88	6,71	3,30	9,72	13,83	10,30	11,98	9,23	10,75	12,00	10,70	8,40
Jours de gelée	10	4	5	19	3			1	1	—	—	1	24
Jours d'hiver	1			1						—	—		1
Sur sol nu													
Moy. observées des Maxima M	6,17	10,12	17,04	11,36	18,58	28,23	24,36	22,74	24,71	27,68	23,78	23,20	19,76
minima m	0,61	1,28	0,07	2,82	5,14	7,73	4,72	5,20	4,90	7,09	8,66	6,94	5,18
$\frac{M+m}{2}$:	0,12	4,42	8,54	4,42	10,86	16,18	14,54	13,96	14,80	17,53	16,02	16,11	11,47
Jours de gelée	10	8	4	22	2			2	1			1	25
Jours d'hiver													
Sur sol gazonné													
Moy. observées des Maxima M	14,24	14,94	27,80	19,30	26,37	35,87	34,93	32,16	33,16	36,63	28,81	32,69	28,07
minima m	0,73	1,42	0,05	2,61	2,59	4,03	2,87	3,90	3,75	4,75	5,86	3,85	3,45
$\frac{M+m}{2}$:	3,75	6,76	13,97	8,34	14,43	19,95	18,90	17,71	17,55	20,19	17,18	18,27	14,76
Jours de gelée	10	8	5	21	5	1	—	6	1	—	—	2	30
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Au-dessus du sol (10 cm.)													
Moy. observées des Maxima M	8,28	11,20	19,48	13,22	19,23	27,20	25,64	24,05	24,83	28,04	23,90	25,54	21,13
minima m	0,49	1,00	0,32	4,33	5,14	5,44	3,90	4,16	3,64	4,95	7,94	5,59	4,78
$\frac{M+m}{2}$:	0,60	3,84	9,58	4,44	11,18	16,16	14,77	14,10	14,23	16,49	15,92	15,56	11,45
Jours de gelée	10	9	5	24	4			4	1	—		1	29
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Printemps 1949	Mars				Avril				Mai				Printemps 1949
	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-30	Mois	
Sous le sol													
Observation à 8 h. du matin													
Moyenne à 10 cm de profondeur	— 0,19	2,77	3,93	2,23	6,83	10,36	8,82	8,64	7,98	11,19	12,07	10,47	7,09
à 20 cm de profondeur	1,44	4,52	5,45	3,86	8,12	11,17	10,33	9,87	9,67	12,20	12,62	11,53	8,40
Maximum absolu													
Sous abri				18,5				28,5				21,3	
Sur sol nu				23,8				33,8				38,5	
Sur sol gazonné				38,9				48,2				45,3	
Au-dessus du sol.				26,3				38,0				38,8	
Minimum absolu													
Sous abri				— 8,5				— 1,1				— 0,5	
Sur sol nu				—11,9				— 0,9				— 0,8	
Sur sol gazonné				—11,7				— 4,3				— 0,8	
Au-dessus du sol.				—14,5				— 0,9				0,0	
Sous abri													
Moyenne mensuelle la + élevée				13,52 en 1948				17,09 en 1949				21,15 en 1948	
la + basse				0,58 en 1947				1,9 en 1938				6,23 en 1949	
Moyenne des Maxima la + élevée				14,70 en 1938				19,94 en 1949				22,2 en 1917	
minima la + basse				— 5,08 en 1949				0,6 en 1917				4,0 en 1909	
Maximum absolu le + élevé				24,0 en 1892				28,5 en 1949				34,6 en 1922	
minimum absolu le + bas,				— 10,8 en 1947				— 6,8 en 1924				— 3,3 en 1942	


PRINTEMPS 1949
mars
avril
mai
TEMPERATURES
sous abri
sur sol nu
sur sol gazonné
INSOLATION
HUMIDITE RELATIVE
EVAPORATION
PRECIPITATIONS
1
10
20
31
10
20
30
10
20
31

Mai. — La hauteur d'eau récoltée est de 77,3 mm soit 22,3 mm au-dessus de la moyenne. On a compté un mai 1949. 18 jours pluvieux : 4 en 1e décade et 7 en chacune des dernières décades.

Les hauteurs d'eau récoltées par décade sont respectivement de 4,8 mm. 33,4 mm et 39,1 mm.

Températures.

Mars. — Le mois de mars est caractérisé par des moyennes inférieures aux normes, pour les deux premières décades tandis qu'on observe en 3e décade un relèvement de la température. Les gelées ne cessent pas pendant toute la 1e décade ; on observe même un jour d'hiver. Au total, pour le mois, la température moyenne est très nettement inférieure à la normale.

Avril. — Avec ce mois, nous assistons à un relèvement inusité de la température. Les moyennes mensuelles des Maxima et minima atteignent des valeurs élevées. Il faut signaler particulièrement les Maxima absolus indiqués ci-dessous :

Sous Abri : 28°5.
Sur sol nu : 33°8.
sur sol gazonné : 48°2.
à 10 cm au-dessus du sol : 38°0.

Le sol se réchauffe fortement donnant des moyennes en profondeur de : 8°82 à 10 cm et 9°87 à 20 cm. (observations faites à 8 h. du matin).

Mai. — Après les températures exceptionnelles d'avril, le mois de mai arrive réfrigéré. Les moyennes mensuelles sont très nettement inférieures aux moyennes normales. En première décade on enregistre encore un minimum de — 0°5.

En conclusion. — Le printemps 1949 est caractérisé par un manquant en activité solaire, une pluviosité supérieure à l'ordinaire et une température légèrement inférieure à la normale.

ÉTÉ 1949

Insolation.

Juin. — L'insolation reçue pendant ce mois, dépasse de 8,65 heures l'insolation normale. La 3e décade est bien rétribuée avec 87,2 heures. Les deux autres décades ont respectivement 68,5 heures et 523,45 heures de soleil actif.

Juillet. — Le mois de juillet est particulièrement favorisé par l'action solaire. L'héliographe a totalisé 228,8 heures de soleil brûlant soit un boni de 23,8 heures.

Voici la répartition de cette activité, par décade ;

1e décade : 73,4 heures ;
2e décade : 72,3 heures ;
3e décade : 83,1 heures.

Août. — L'insolation du mois d'août est déficitaire par rapport à la normale. On enregistre en effet 188,3 heures de soleil contre 201 heures en moyenne normale.

Cette déficience provient de la chute observée en 1e et 3e décade.

Voici d'ailleurs l'ensoleillement par décade :

1e décade : 65,6 heures contre 68 heures ;
2e décade : 66,5 heures contre 65 heures ;
3e décade : 56,2 heures contre 68 heures,

Précipitations.

Juin. — Le mois de juin a reçu 32,7 mm d'eau. Les pluies sont réparties sur les deux premières décades. La troisième décade est absolument sèche. Il y a ainsi sur la normale, un manquant d'eau de 27,8 mm.

Juillet. — Normalement les chutes d'eau de ce mois sont de 68,9 mm ; mais en juillet 1949 on a observé seulement 11,7 mm de hauteur d'eau. Il y a donc un déficit énorme et de plus la répartition des chutes d'eau est mal partagée :

1e décade : 0,9 mm ;
2e décade : 10,6 mm ;
3e décade : 0,2 mm.

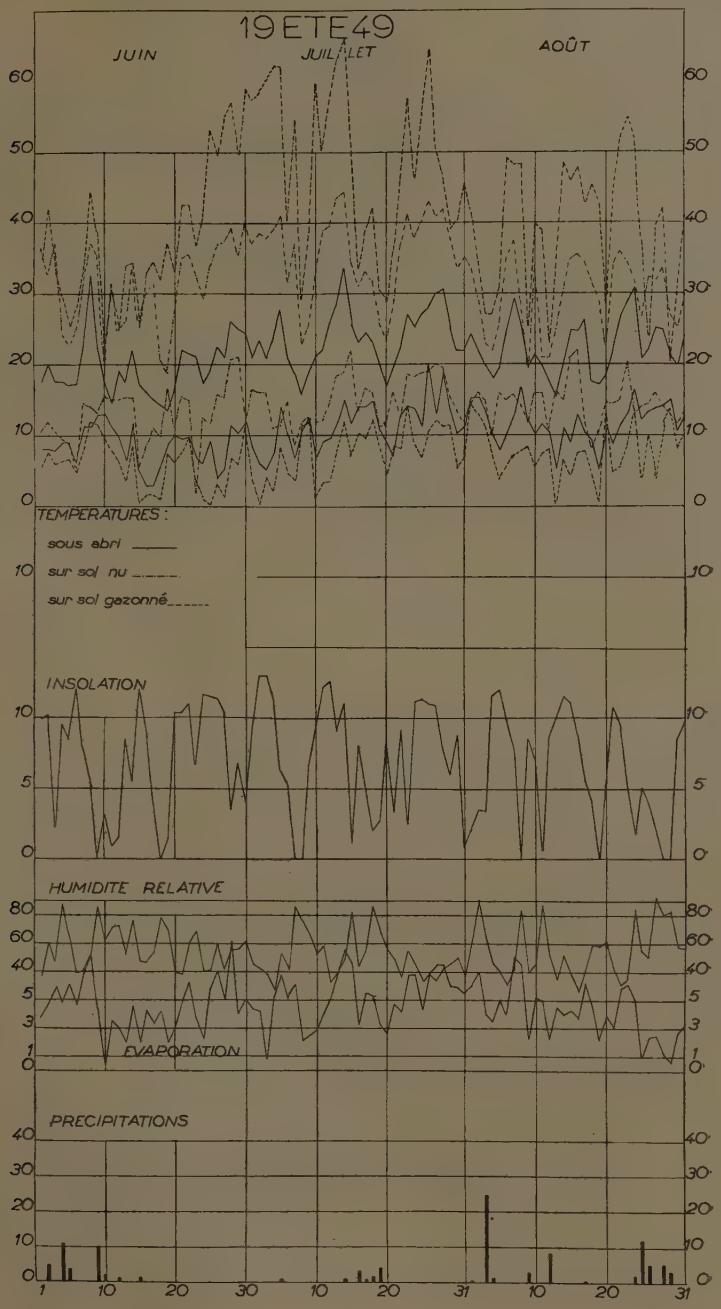
Août. — Un déficit de 8,5 mm est réservé au mois d'août.

1e décade : 29,3 mm ;
2e décade : 8,3 mm ;
3e décade : 25,9 mm.

Été 1949	Juin				Juillet				Août				Été 1949
	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	
INSOLATION													
Heures possibles	162	164	165	491	162	160	171	493	151	145	153	449	1433
Insolation moy. normale (Uccle)	66	66	68	200	67	67	71	205	68	65	68	201	606
Pour cent (heures)	40,7	40,2	41,2	40,7	41,8	41,5	41,5	41,58	45	44,8	44,4	44,7	42,2
Insolation observée (Gembloux)	68,5	52,45	87,7	208,65	73,8	72,3	83,1	228,8	65,6	66,5	56,2	188,3	625,75
Pour cent (heures)	42,28	31,59	53,15	42,49	45,30	45,18	48,59	46,40	43,44	45,86	36,73	41,96	43,67
PRÉCIPITATIONS (en mm)													
Hauteur moyenne normale	18,3	20,7	21,0	60,0	24,0	23,0	21,9	68,9	21,7	24,0	26,3	72,00	208,00
Hauteur observée	30,9	1,8	—	32,7	0,9	10,6	0,2	11,7	29,3	8,3	25,9	63,50	107,9
Maximum	113,3 mm. en 1916				151,7 mm. en 1908				179,4 mm. en 1931			en 1936	285,4
Minimum	20,0 mm. en 1921				1,0 mm. en 1921				12 mm. en 1899			en 1892	80,0
JOURS DE PRÉCIPITATIONS													
Moyenne normale	4	5	5	14	5	4	6	15	4	5	6	15	44
Jours observés	5	3	—	8	3	5	1	9	5	2	5	12	29
Jours de neige	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ÉVAPORATION (cc²)	4,83	3,18	5,29	4,43	4,00	5,20	6,00	5,10	5,30	4,07	3,07	4,11	4,55
HUMIDITÉ RELATIVE													
Moyenne des minima	57,40	60,30	51,10	56,27	52,8	56,10	42,45	50,19	54,60	51,20	61,00	55,77	54,05
TEMPÉRATURES													
Sous abri													
Moy. normales des Maxima M	20,8	21,1	21,0	20,9	22,2	24,10	22,9	23,10	23,0	22,6	21,5	22,3	22,10
minima m	9,5	9,7	9,9	9,7	10,7	11,70	11,7	11,40	11,7	11,3	11,1	11,3	10,80
$\frac{M+m}{2}$;	15,1	15,4	15,4	15,3	16,5	17,90	17,3	17,30	17,3	16,9	16,3	16,8	16,40

Moy. observées des Maxima M	20,19	16,56	22,0	19,58	21,14	24,35	25,40	23,69	22,44	20,29	24,29	22,40	21,91
minima m	9,54	7,52	8,42	8,49	8,74	11,90	13,26	11,36	12,39	9,65	12,94	11,70	10,54
$\frac{M+m}{2}$:	14,86	11,89	15,21	14,03	14,94	18,12	19,33	17,52	17,41	14,97	18,61	17,05	16,22
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sur sol nu													
Moy. observées des Maxima M	30,41	28,10	35,52	31,34	34,31	34,56	37,89	35,66	28,87	28,55	31,20	29,59	32,20
minima m	11,28	12,28	14,17	12,57	12,99	15,46	16,63	15,08	14,71	14,70	14,55	14,65	14,11
$\frac{M+m}{2}$:	20,84	20,19	24,84	21,95	23,65	25,01	27,26	25,37	21,79	21,62	22,87	22,12	23,15
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sur sol gazonné													
Moy. observées des Maxima M	33,31	31,91	48,66	37,96	52,35	43,65	47,92	47,94	37,19	39,97	39,88	39,04	41,69
minima m	8,72	4,42	4,96	6,04	5,61	7,72	9,45	7,65	9,02	6,06	8,61	7,92	7,21
$\frac{M+m}{2}$:	21,01	18,16	26,81	22,00	28,98	25,68	28,68	27,79	23,10	23,02	24,24	23,48	24,45
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Au-dessus du sol (10 cm.)													
Moy. observées des Maxima M	29,51	29,43	33,07	30,67	30,19	32,45	36,32	33,09	30,44	29,63	34,70	31.69	31,83
minima m	11,29	7,68	12,37	10,44	8,49	11,19	12,76	10,87	10,34	6,55	11,32	9,46	10,26
$\frac{M+m}{2}$:	20,40	18,55	21,72	20,55	19,34	21,82	24,54	21,98	20,39	18,09	23,01	20,57	21,04
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Été 1949	Juin				Juillet				Août				Été 1949
	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	
Sous le sol													
Observation à 8 h. du matin													
Moyenne à 10 cm de profondeur	14,49	13,62	16,32	14,81	16,65	18,14	19,09	17,99	16,60	15,96	16,88	16,49	16,45
20 cm de profondeur	14,67	14,26	16,94	15,29	17,86	19,20	20,35	19,18	18,04	16,70	18,22	17,67	17,40
Maximum absolu													
Sous abri				26,0				30,7				30,8	
Sur sol nu				40,0				41,1				37,5	
Sur sol gazonné				59,0				66,0				55,0	
Au-dessus du sol.				38,1				42,5				40,5	
Minimum absolu													
Sous abri				2,9				5,1				5,3	
Sur sol nu				1,9				8,5				8,3	
Sur sol gazonné				0,1				0,2				0,3	
Au-dessus du sol.				2,5				2,5				2,0	
Sous abri													
Moyenne mensuelle la + élevée			23,74 en 1947				24,8 en 1947				26,61 en 1947		
la + basse			8,74 en 1949				11,36 en 1949				11,70 en 1949		
Moyenne des Maxima la + élevée			27,34 en 1947				28,59 en 1947				29,62 en 1947		
minima la + basse			7,30 en 1948				8,70 en 1907				9,50 en 1913		
Maximum absolu le + élevé			38,10 en 1947				36,4 en 1921				36,8 en 1911		
minimum absolu le + bas,			0,0 en 1902				2,4 en 1921				3,6 en 1906		


19ETE49
JUIN
JUILLET
AOÛT
TEMPERATURES :
sous abri
sur sol nu
sur sol gazonné
INSOLATION
HUMIDITE RELATIVE
EVAPORATION
PRECIPITATIONS
1
10
20
30
10
20
31
10
20
31

TEMPÉRATURES.

Juin. — Pour l'ensemble du mois les moyennes des Maxima et des minima sont inférieures aux normales. La température descend dès le début jusqu'en fin de la 2^e décade, puis elle se relève en 3^e décade. De sorte que le mois est assez comparable à ce qu'il a été constaté en mai précédent.

Juillet. — La courbe des températures de juillet indique une allure ascendante continue du thermomètre. La moyenne mensuelle des Maxima est légèrement inférieure à la normale correspondante.

Août. — Pour l'ensemble, la température moyenne mensuelle laisse encore apparaître une quantité de chaleur plus forte qu'en situation normale. La marche du thermomètre pendant les deux premières décades paraît influencée. par la chute des pluies. On observe une descente jusqu'en fin de 2^e décade puis un réchauffement très appréciable en 3^e décade.

En conclusion. — L'été 1949 est caractérisé par une grande activité solaire, une très grande sécheresse et une température moyenne très légèrement inférieure à la normale.

AUTOMNE 1949

Insolation.

Septembre. – On observe une baisse dans l'activité solaire pour l'ensemble du mois.

En 1e décade il y a un boni très marqué mais dès la 2e décade la baisse commence et s'amplifie en 3e décade La déficit est de 3,4 heures sur la normale.

Octobre. – Pour ce mois, on remarque une légère augmentation d'insolation de 2,3 heures sur la moyenne normale.

1e décade : 48,3 heures ;
2e décade : 38,4 heures ;
3e décade : 28,6 heures.

Novembre. — Un boni de 2,20 heures dans l'activité solaire, apparaît en novembre 1949. — Le soleil est très actif en 1e décade, puis son action diminue dès la seconde décade pour terminer en 3e décade avec quelques heures d'apparition.

Voici les relevés du mois par décade :

1e décade : 42,1 heures ;
2e décade : 18,7 heures ;
3e décade : 4,4 heures.

Précipitations.

Septembre. — Les pluies de septembre indiquent un déficit sur la normale. Leur répartition est la suivante :

1e décade : 25,9 mm ;
2e décade : 14,2 mm ;
3e décade : 9,6 mm.

Octobre. — Le déficit du mois précédent s'accentue, on relève pour le mois 41.9 mm au lieu de 74,0 mm. Peu d'humidité en 1e et 2e décade.

Ci-dessous la répartition :

1e décade : 1,8 mm pour 1 jour à pluie ;
2e décade : 8,2 mm pour 5 jours à pluie ;
3e décade : 31,9 mm pour 7 jours à pluie.

Novembre. — Les chutes d'eau donnent un total de 52,5 mm contre 62,0 mm. en situation normale.

On observe 18 jours à chutes de pluie.

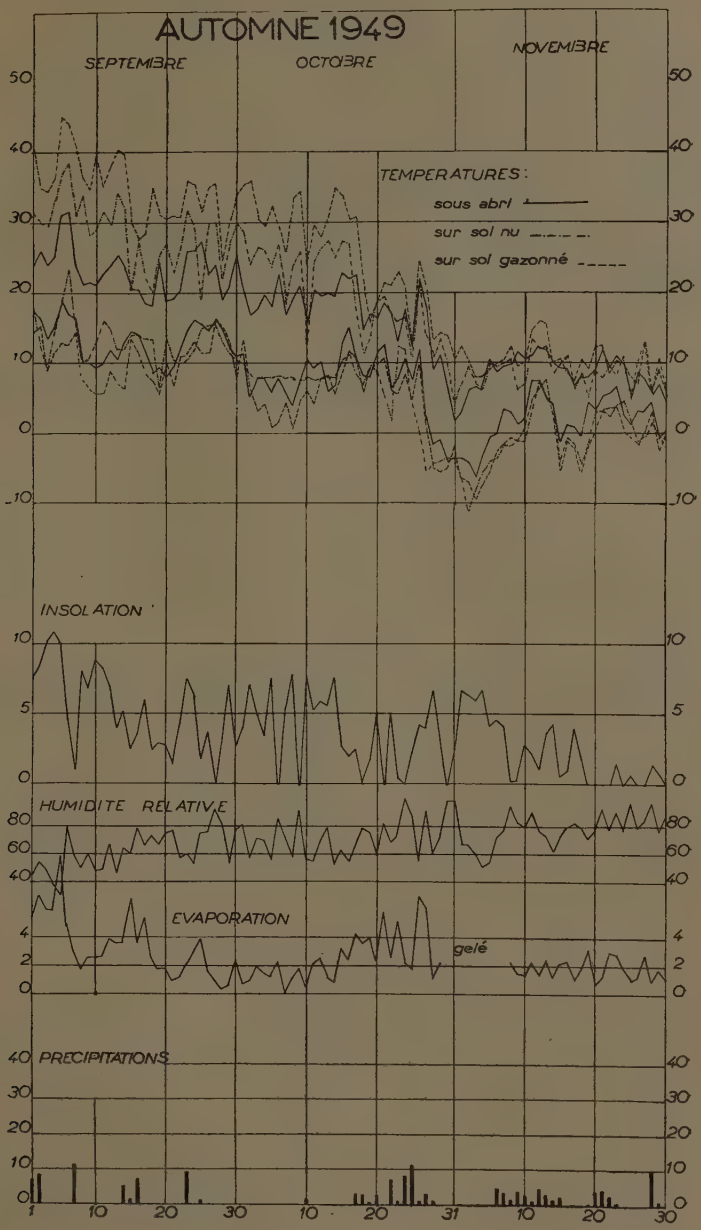
La répartition est plus régulière que celle des mois précédents :

1e décade : 15,1 mm ;
2e décade : 17,7 mm ;
3e décade : 19,7 mm.

Automne 1949	Septembre				Octobre				Novembre				Automne 1949
	1-10	11-20	21-30	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-30	Mois	
INSOLATION													
Heures possibles	131	126	121	378	114	107	111	332	95	89	85	269	979
Insolation moy. normale (Uccle)	56	54	52	162	38	36	39	113	22,0	21,0	20,0	63	338
Pour cent (heures)	42,7	42,8	42,9	42,8	33,6	33,6	33,7	33,60	23,10	23,60	23,5	23,42	34,5
Insolation observée (Gembloux)	76,1	44,5	38,0	158,6	48,3	38,4	28,6	115,30	42,10	18,70	4,4	65,20	339,1
Pour cent (heures)	58,09	35,31	31,40	41,95	42,37	35,88	25,76	34,72	44,30	21,01	5,17	24,20	34,63
PRÉCIPITATIONS (en mm.)													
Hauteur moyenne normale	18,7	24,5	16,8	60,0	27,7	19,0	27,3	74,0	21,4	20,2	20,4	62,0	196,0
Hauteur observée	25,9	14,2	9,6	49,7	1,8	8,2	31,9	41,9	15,1	17,7	19,7	52,5	144,1
Maximum	119 mm. en 1930				176 mm. en 1923				157 mm. en 1943			en 1931 345	
minimum	10 mm. en 1895				9 mm. en 1908				22 mm. en 1889			en 1920 92	
JOURS DE PRÉCIPITATIONS													
Moyenne normale	4,5	5,0	4,5	14,0	5,5	5,1	6,4	17	5,4	5,4	5,2	16	47
Jours observés	3,0	4,0	2	9,0	1	5	7	13	5	7	6	18	40
Jours de neige	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ÉVAPORATION (cc^3)	4,89	3,59	1,75	3,41	1,27	2,73	gelé	—	—	1,91	1,83	—	—
HUMIDITÉ RELATIVE													
Moyenne des minima	51,50	64,6	70,3	62,13	70,0	65,5	80,9	72,42	70,7	78,2	84,8	77,90	70,83
TEMPÉRATURES													
Sous abri													
Moy. normales des Maxima M	21,2	19,5	18,3	19,7	16,0	14,3	11,9	14,1	9,8	7,5	7,3	8,2	14,0
minima m	9,9	8,8	7,3	8,7	6,8	5,4	4,3	5,5	3,0	1,6	1,4	2,0	5,4
$\frac{M+m}{2}$:	15,6	14,1	12,8	14,2	11,4	9,8	8,1	9,7	6,4	4,5	4,3	5,1	9,7

Moy. observées des Maxima M	24,98	21,66	23,05	23,23	18,90	19,52	13,35	17,13	8,38	9,61	8,05	8,68	16,35
minima m	14,40	11,11	13,74	13,08	7,39	9,94	4,53	7,20	— 0,72	3,29	3,22	1,93	7,40
$\frac{M+m}{2}$:	19,69	16,38	17,89	18,15	13,14	14,73	8,94	12,16	3,83	6,45	5,63	10,30	11,87
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	4	4	6	1	1	8	12
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sur sol nu													
Moy. observées des Maxima M	32,15	26,95	26,86	28,99	23,69	21,96	14,04	19,70	8,32	9,66	8,74	8,90	19,20
minima m	14,57	12,97	12,39	13,31	8,35	8,73	2,35	6,34	— 4,40	1,12	1,33	— 1,95	6,33
$\frac{M+m}{2}$:	23,36	19,96	19,62	21,15	16,02	15,34	8,19	13,02	1,96	5,39	5,03	3,47	12,76
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	4	4	10	5	4	19	23
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sur sol gazonné													
Moy. observées des Maxima M	38,73	33,57	32,45	34,92	31,10	27,48	17,88	25,24	10,08	11,51	9,12	10,24	22,38
minima m	14,40	11,11	13,74	13,08	4,54	8,21	2,65	5,06	— 3,98	0,60	0,92	— 0,82	5,76
$\frac{M+m}{2}$:	26,56	22,34	23,09	24,00	17,82	17,84	10,26	15,15	3,05	6,05	5,02	4,71	14,06
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	4	4	9	5	4	18	22
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Au-dessus du sol (10 cm.)													
Moy. observées des Maxima M	34,96	29,48	30,70	31,71	25,16	24,03	14,70	21,08	10,41	11,02	9,59	10,34	21,04
minima m	12,69	9,69	10,54	10,97	6,77	8,30	2,36	5,70	— 2,21	1,01	0,96	1,35	6,01
$\frac{M+m}{2}$:	23,82	19,58	20,62	21,34	15,96	16,16	8,53	13,39	4,10	6,01	5,27	5,84	13,52
Jours de gelée	—	—	—	—	—	—	4	4	7	5	5	17	21
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sous le sol (Moyennes)													
Observ. à 8 h. du matin : à 10 cm	17,45	14,36	16,05	15,95	11,76	12,53	6,85	10,26	1,75	4,07	4,30	3,37	9,86
à 20 cm	18,77	16,24	17,43	17,48	13,58	13,76	8,81	11,94	3,66	5,78	5,77	5,07	11,50

Automne 1949	Septembre				Octobre				Novembre				Automne 1949
	1-10	11-20	21-30	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-30	Mois	
Maximum absolu													
Sous abri				31,2				22,8				11,8	
Sur sol nu				38,5				28,6				13,5	
Sur sol gazonné				45,2				36,0				16,0	
Au-dessus du sol				40,2				30,7				16,3	
Minimum absolu													
Sous abri				8,0				— 4,2				— 6,2	
Sur sol nu				6,5				— 5,6				—11,0	
Sur sol gazonné				5,5				— 5,5				— 9,3	
Au-dessus du sol				3,0				— 4,5				— 7,0	
Sous abri													
Moyenne mensuelle la + élevée				24,03 en 1947				17,13 en 1949				10,10 en 1947	
la + basse				9,6 en 1912				3,86 en 1948				2,40 en 1919	
Moyenne des Maxima la + élevée				29,96 en 1947				19,52 en 1949				12,08 en 1927	
la + basse													
Maximum absolu le + élevé				33,0 en 1947				27,2 en 1921				20,3 en 1927	
minimum absolu le + bas.				— 1,0 en 1907				— 6,0 en 1922				— 16,0 en 1935	


AUTOMNE 1949
SEPTEMBRE
OCTOBRE
NOVEMBRE
TEMPERATURES :
sous abri
sur sol nu
sur sol gazonné
INSOLATION
HUMIDITE RELATIVE
EVAPORATION
gelé
PRECIPITATIONS
1
10
20
30
10
20
31
10
20
30

Températures.

Septembre. — On relève dans le courant de septembre, des températures exceptionnellement élevées pour ce mois.

La moyenne des Maxima sous Abri est de 23°05 contre 19°7 normal, de même la moyenne des minima donne un chiffre encore plus écarté 13°08 contre 8°7 normal. Cet excès de température se manifeste pendant tout le cours du mois. Il dépasse les mois de juin et d'août précédents. Tous les postes d'observation : sol nu — sol gazonné — sont caractéristiques également sur ce point et cette particularité se confirme par l'échauffement du sol en profondeur, lequel se maintient pendant tout le mois.

Octobre. — Les températures d'octobre 1949 sont également très supérieures aux moyennes normales attribuées à ce mois. Cette chaleur s'observe tout le long des trois décades du mois bien que l'on relève déjà 4 jours de gelée en 3^e décade et un minima absolu de — 4°2 sous abri.

Novembre. — Les Maxima des températures mensuelles sous abri sont encore supérieures aux normes. Pour les minima on observe au contraire un chiffre très légèrement inférieur à la normale. Ceci est dû à l'apparition des froids en première décade. Ces froids sont particulièrement sensibles parce qu'ils descendent assez brusquement, on enregistre en effet, des minima absolus de — 6°2 sous Abri, — 11.0 sur sol nu, et — 7,0 à 10 cm. au dessus du sol.

En conclusion. — L'Automne 1949 se présente comme une saison normale sous le rapport de l'activité solaire, déficitaire en eau et assez clément malgré une quinzaine froide située à cheval entre fin octobre et début de novembre.

ANNÉE 1948-1949

INSOLATION. — L'examen du tableau général montre que l'insolation totale de l'année est supérieure à la normale.

Dans l'année 1949 on constate que l'hiver est la saison la plus favorisée pour l'insolation. Puis vient ensuite l'été. L'automne est en situation normale tandis que le printemps n'a pas reçu son compte de l'action bienfaisante du soleil.

Parmi les mois les plus largement gratifiés de soleil actif, il faut signaler surtout : février, janvier et juin. Les mois les moins favorisés furent mai et août qui seules présentent des déficits.

PRÉCIPITATIONS. — La quantité d'eau récoltée pendant l'année est en déficit de 184,7 mm. Seuls les mois de mars et mai laissent apparaître un excédent de pluie sur leur normale respective. Les mois les plus secs sont en ordre décroissant : juillet, octobre, janvier et février.

TEMPÉRATURES. — La température moyenne de l'année a dépassé de 0°97, la moyenne normale (13°87).

D'autre part, la moyenne des minima est également supérieure de 0°87 sur la moyenne normale des minima (4°9). — Ces différences indiquent que les variations thermométriques ont généralement varié entre des limites plus élevées que celles qui ressortent des normes. C'est bien ce que démontre l'examen du tableau. Sauf pour mars, mai et juin tous les mois de l'année indiquent des quotients $\frac{M+m}{2}$ supérieurs aux quotients ressortant des chiffres normaux.

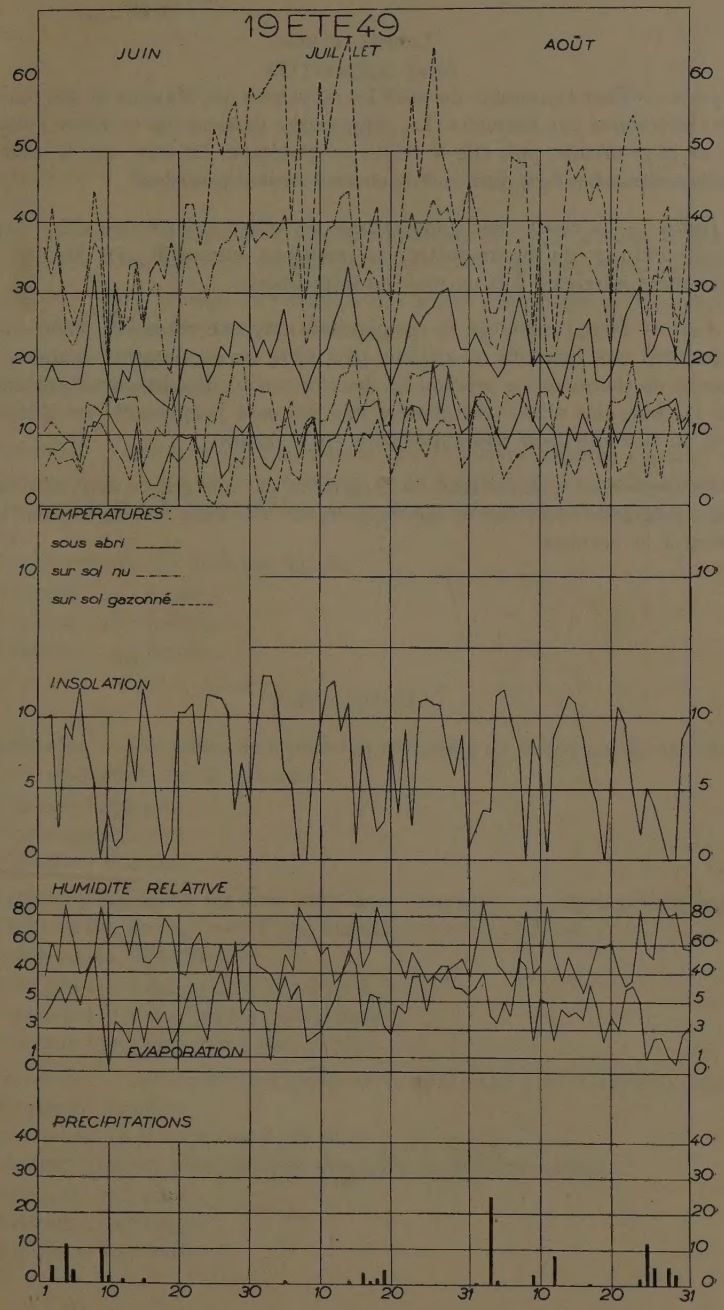
Les mois les plus marquants de l'année sont : février, avril, septembre et octobre qui sont exceptionnellement favorisés en chaleur.

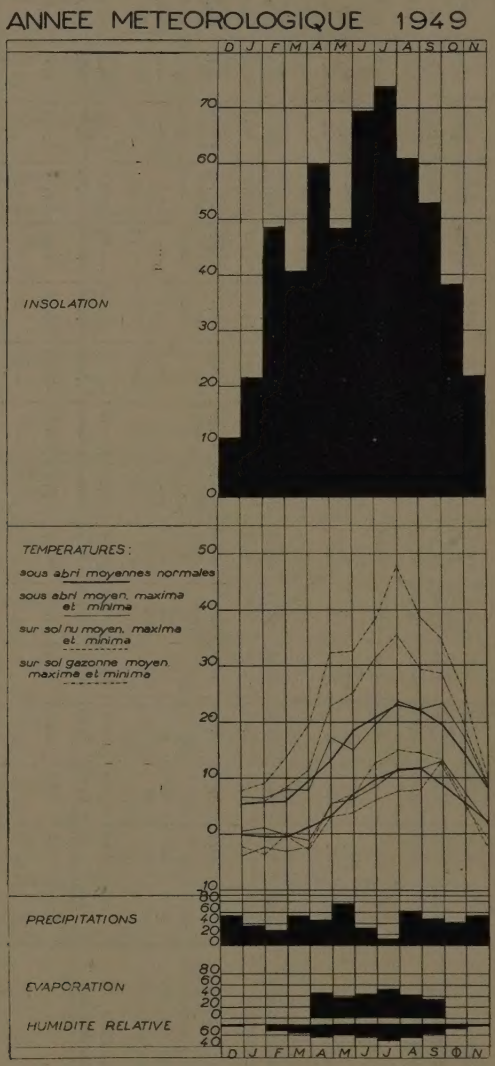
Septembre a été très chaud. Depuis 1833 on n'a jamais bénéficié d'un pareil mois, du point de vue thermique. Octobre est également très doux pendant ses deux premières décades, puis en troisième décade une baisse brusque et forte de la température vient ramener la température vers des points voisins des normes.

EN CONCLUSION. — L'année 1949 est caractérisée par une insolation excédentaire portant sur tous les mois, sauf mai et août. — Au point de vue des chutes d'eau, on observe un déficit très important permettant de dire que l'année est particulièrement sèche.

Sous le rapport de la température, l'excédent de chaleur permet aussi de dire que cette année fut chaude. — Au surplus, ces divers caractères climatériques ont eu une répercussion phénologique : à la fin des mois de mars, avril, mai et juin, la végétation présentait une avance valant respectivement 2, 11, 9 et 5 jours sur les années ordinaires.

Été 1949	Juin				Juillet				Août				Été 1949
	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	1-10	11-20	21-31	Mois	
Sous le sol													
Observation à 8 h. du matin													
Moyenne à 10 cm de profondeur	14,49	13,62	16,32	14,81	16,65	18,14	19,09	17,99	16,60	15,96	16,88	16,49	16,45
20 cm de profondeur	14,67	14,26	16,94	15,29	17,86	19,20	20,35	19,18	18,04	16,70	18,22	17,67	17,40
Maximum absolu													
Sous abri				26,0				30,7				30,8	
Sur sol nu				40,0				41,1				37,5	
Sur sol gazonné				59,0				66,0				55,0	
Au-dessus du sol.				38,1				42,5				40,5	
Minimum absolu													
Sous abri				2,9				5,1				5,3	
Sur sol nu				1,9				8,5				8,3	
Sur sol gazonné				0,1				0,2				0,3	
Au-dessus du sol.				2,5				2,5				2,0	
Sous abri													
Moyenne mensuelle la + élevée			23,74 en 1947				24,8 en 1947				26,61 en 1947		
la + basse			8,74 en 1949				11,36 en 1949				11,70 en 1949		
Moyenne des Maxima la + élevée			27,34 en 1947				28,59 en 1947				29,62 en 1947		
minima la + basse			7,30 en 1948				8,70 en 1907				9,50 en 1913		
Maximum absolu le + élevé			38,10 en 1947				36,4 en 1921				36,8 en 1911		
minimum absolu le + bas,			0,0 en 1902				2,4 en 1921				3,6 en 1906		


19 ETE 49
JUIN
JUILLET
AOÛT
TEMPERATURES :
sous abri
sur sol nu
sur sol gazonné
INSOLATION
HUMIDITE RELATIVE
EVAPORATION
PRECIPITATIONS
1
10
20
30
10
20
31
10
20
31


ANNEE METEOROLOGIQUE 1949
D J F M A M J J A S O N
INSOLATION
70
60
50
40
30
20
10
0
TEMPERATURES :
sous abri moyennes normales
sous abri moyen. maxima et minima
sur sol nu moyen. maxima et minima
sur sol gazonne moyen. maxima et minima
50
40
30
20
10
0
10
PRECIPITATIONS
80
60
40
20
0
EVAPORATION
HUMIDITE RELATIVE
80
60
40
20
0
60
40
D J F M A M J J A S O N

Bibliographie.

P. Limasset et H. Darpoux. — *Principes de Pathologie végétale.* (Préface de G. Fron). 1 vol., 334 pages, 148 fig. 2e édition, 1951. Paris, Dunod.

Ainsi que le notent les auteurs, cette deuxième édition, conçue dans le même esprit que la première (1944), présente cependant de sérieuses modifications relatives à la nomenclature des Bactéries phytopathogènes ; aux généralités concernant la transmission des maladies, leur épidémiologie, les phénomènes immunitaires. Un chapitre nouveau et important est consacré à la lutte chimique.

De plus, le nombre des maladies étudiées en détail a été augmenté, et des indications sont données sur les Protozoaires et les Algues phytopathogènes. L'ouvrage de L. et D., d'élégante présentation, débute par un historique de la pathologie végétale.

Le chap. I est consacré aux généralités sur les champignons et les bactéries ; sur le parasitisme et la résistance, en pathologie végétale.

Les chapitres suivants traitent des mycoses végétales ; des maladies bactériennes; de la lutte contre les maladies cryptogamiques par des agents physiques ou des produits chimiques; de la lutte contre les maladies des plantes par des moyens biologiques ; des maladies causées par des flagellés et des algues ; des phanérogames parasites ; des maladies à virus des végétaux ; des techniques de la pathologie végétale. P. M.

* * *

Eilhard Wiedemann. — *Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft.* Teil I. *Das Wachstum des Einzelstammes und des gleichaltrigen Reinbestandes unter dem Einfluss von Standort und Bestandespflege.* J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. Main, 1950 (128 p., 23 graphiques ou figures, 16 tableaux).

Analyse

Le professeur E. Wiedemann se propose de faire paraître, d'ici quelques mois, une série de publications relatives à la production et à la régénération des principales essences forestières : pin sylvestre, épicéa, sapin pectiné, chêne, hêtre, aulne, bouleau. Il a également l'intention d'exposer la question des classes de productivité, les modifications de celles-ci sous l'effet du traitement, l'élaboration des tables de production.

Le présent travail est la première tranche de ce vaste programme qui va mettre en ordre les résultats des recherches entreprises depuis 70 ans par les Stations forestières prussiennes.

Dans le premier chapitre, le professeur Wiedemann s'occupe principalement du développement de l'arbre isolé — racine et cime, accroissement en hauteur, en diamètre, en surface terrière, en volume, propriétés héréditaires...

Le deuxième chapitre est consacré au peuplement pur régulier dont il étudie, de la même manière, les lois de croissance.

Enfin, dans le troisième chapitre, est exposée la question des éclaircies — modalité, intensités, résultats. — Il se termine par quelques considérations sur le traitement particulier à faire subir au hêtre, au chêne, au pin sylvestre et à l'épicéa.

M. B.